

(19) JAPANESE PATENT OFFICE (JP)

## (12) LAID-OPEN PATENT GAZETTE (A)

(11) Publication Number

10-161135

(43) Date of Publication of Application June 19, 1998

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	Domestic classification symbol	FI	
G02/F 1/1339	500	G02F 1/1339	500
1/1341		1/1341	
Request for examination: Not Filed Number of claims: 15 OL (Total pages: 14)			
(21) Application Number	08-318313	(71) Applicant	000005049
			Sharp Corporation
(22) Date of Filing	November 28, 1996	(71) Applicant	390040604
			The Secretary of State for Defence In Her Britannic Majesty's Government of the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland
		(72) Inventor	Tamai Kazuhiko
		(72) Inventor	Uchida Hideki
		(72) Inventor	Shigeta Mitsuhiro
		(72) Inventor	Saneyoshi Hideharu
		(74) Agent	Patent Attorney Hara Kenzo

(54) [TITLE OF THE INVENTION] LIQUID CRYSTAL DISPLAY  
ELEMENT AND ITS PRODUCTION METHOD

(57)[ABSTRACT]

[PROBLEMS TO BE SOLVED] To embody a good display grade,  
shortening of injection time, uniformity of inter-substrate spacing,  
and high impact resistance.

[SOLUTION MEANS] Electrode substrates 11, 12 are  
manufactured by forming striped electrodes and orientation films  
subjected to orientation treatments (rubbing) on transparent  
substrates. The electrode substrate 11 has striped and wall-like  
spacers 8... formed in parallel with the electrodes. The electrode  
substrates 11, 12 are disposed to face each other in such a manner  
that the electrodes on the respective substrates intersect with each

other, and bonded via the spacers 8.... The, a liquid crystal 43 is injected therebetween. At this time, the direction of injection is aligned to the longitudinal direction of the spacers 8.... As a result, the angle formed by the injection direction and the rubbing direction is made the same with respect to all pixels and, therefore, the display grade is improved. In addition, the liquid crystal 43 is evenly injected along the spacers 8... and, therefore, the injection is rapidly finished. Further, the spacing between the electrode substrates 11, 12 is kept uniform by the spacers 8..., and the structure strong to impact is formed.

[CLAIMS]

[CLAIM 1] A liquid crystal display element in which a liquid crystal layer composed of liquid crystal is disposed between a pair of substrates each having a plurality of striped electrodes for applying a voltage to the liquid crystal layer and an orientation control layer for controlling the orientation of the liquid crystal layer, at least one of the pair substrates having light penetration, wherein

a plurality of wall-like spacers having a uniform height are formed on at least one of the pair substrates in such a manner as to be nearly in parallel with the liquid crystal injection direction.

[CLAIM 2] The liquid crystal display element of claim 1, wherein the liquid crystal layer is formed by injecting the liquid crystal in a direction either the same as or opposite to the direction for orientation treatments of the orientation control layers.

[CLAIM 3] The liquid crystal display element of claim 1, wherein the spacers are disposed in regions between the electrodes on the same substrate and also regions onto which the regions are thrown vertically to the surface of the substrate and the spacers have an optical isotropy.

[CLAIM 4] The liquid crystal display element of claim 1, wherein an injection port through which the liquid crystal is injected is formed to have a width the same as or larger than the width of a display region with respect to the width direction of the spacers.

[CLAIM 5] The liquid crystal display element of claim 1, wherein the spacers are made from a photo curing resin.

[CLAIM 6] The liquid crystal display element of claim 1, wherein the orientation control layer on the substrate provided with the spacers is disposed in an upper position than the spacers and is directly bonded to the orientation control layer on the other substrate at the tops of the spacers, and this bondage makes the pair substrates be bonded to each other.

[CLAIM 7] The liquid crystal display element of claim 1, wherein the orientation control layer on the substrate provided with the spacers is disposed in an upper position than the spacers and is bonded to the orientation control layer on the other substrate via an adhesive layer at the tops of the spacers, and this bondage makes the pair substrates be bonded to each other.

[CLAIM 8] The liquid crystal display element of claim 1, wherein the spacers are disposed in an upper position than the orientation control layer on one substrate and are bonded to the orientation control layer on the other substrate at their tops, and this bondage makes the pair substrates be bonded to each other.

[CLAIM 9] The liquid crystal display element of claim 1, wherein the liquid crystal is a ferroelectric liquid crystal.

[CLAIM 10] A method of manufacturing a liquid crystal display element in which a liquid crystal layer composed of liquid crystal is disposed between a pair of substrates each having an orientation control layer for controlling the orientation of the liquid crystal layer, at least one of the pair substrate having light penetration,

said method comprising:

a first step of forming a plurality of wall-like spacers having a uniform height on at least one of the pair substrates;

a second step of bonding the pair substrates via the spacers;  
and

a third step of injecting the liquid crystal between the pair substrates in the longitudinal direction of the spacers.

[CLAIM 11] The method of manufacturing a liquid crystal display element of claim 10, wherein the third step involves injecting the liquid crystal in a direction either the same as or opposite to the direction for orientation treatments of the orientation control layers.

[CLAIM 12] The method of manufacturing a liquid crystal display element of claim 10, wherein the first step involves making the spacers from a photo curing resin.

[CLAIM 13] The method of manufacturing a liquid crystal display element of claim 10, wherein the first step contains a process of forming orientation control layers so as to cover not only the substrates but also the spacers on the substrate having the spacers, and the second step involves bonding the portions of the orientation control layer that are on the tops of the spacers on one of the substrates directly to the orientation control layer on the other substrate, thereby bonding the pair substrates to each other.

[CLAIM 14] The method of manufacturing a liquid crystal display element of claim 10, wherein the first step contains a process of forming orientation control layers so as to cover not only the substrates but also the spacers on the substrate having the spacers, and a process of forming an adhesion layer at the portions of the orientation control layer covering the spacers that are on the tops of the spacers, and the second step involves bonding the orientation

control layers via the adhesion layer, thereby bonding the pair substrates to each other.

[CLAIM 15] The method of manufacturing a liquid crystal display element of claim 10, wherein the first step contains a process of forming orientation control layers so as to cover the substrates, and the spacers are formed on the orientation control layers, and the second step involves bonding the tops of the spacers to the opposing orientation control layers, thereby bonding the pair substrates to each other.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE PRESENT INVENTION]

[0001]

[TECHNICAL FIELD WHERE THE INVENTION BELONGS] The present invention relates to a liquid crystal display element which has excellent impact resistance and a good display grade.

[0002]

[PRIOR ART] As shown in Figure 11 the prior art liquid crystal display element (liquid crystal cell) has a pair of light-penetrating substrates 51, 52 provided with striped electrodes 53... and 54..., respectively, disposed to be orthogonal to each other.

[0003] Electrodes 53... are coated with an insulator film 55 and an orientation film 56, and light-shielding members 57, 57 are provided at both sides of each electrode 53. Electrodes 54... are coated with an insulator film 58 and an orientation film 59, and light-shielding members (not illustrated) similar to the light-shielding members 57... are provided at both sides of each electrode 54.

[0004] Thus, an electrode substrate 60 is formed by arranging the electrodes 53..., the insulator film 55, the orientation film 56, and the light-shielding members 57... on the substrate 51. Similarly, an electrode substrate 61 is formed by arranging the electrodes

54..., the insulator film 58, the orientation film 59, and the shielding members on the substrate 52.

[0005] The electrode substrates 60 and 61 are bonded to each other by a sealing material 62 with a spacing therebetween in a manner that the sides having the electrodes 53... and 54... are inside. In the spacing, spherical spacers 63... are disposed and liquid crystal is sealed to form a liquid crystal layer 64.

[0006] The spacing between the electrode substrates 60 and 61 is generally as short as 1 to 20 $\mu$ m. In order to inject liquid crystal into such a narrow gap, generally used methods are (1) injecting under the atmospheric pressure and (2) injecting under a reduced pressure.

[0007] As a specific example of method (1), it is known to provide plural injection ports in the sealing material 62 and to inject liquid crystal by making use of a capillary phenomenon under the atmospheric pressure. In this method, however, the air left inside the gap after the injection exists as bubbles inside the liquid crystal layer, which causes a decrease in display grade.

[0008] On the other hand, the method (2), to be more specifically, comprises a first step of placing an empty cell in a container whose internal pressure can be reduced, and reducing the pressure of the gap between the electrode substrates 60 and 61 and the atmosphere; a second step of heating the empty cell as high as or higher than the temperature at which the liquid crystal exhibits a nematic phase or an anisotropic phase; a third step of filling the injection port with liquid crystal; and a fourth step of gradually returning the atmosphere to the atmospheric pressure. In this method, since the injection port is filled with the liquid crystal at the third step, the gap between the substrates is kept in the state of reduced-pressure even when the atmosphere is returned to the

atmospheric pressure in the fourth step, and there is a difference in pressure between the gap and the atmosphere. This pressure difference makes the liquid crystal be injected between the substrates.

[0009] Thus, in method (2), bubbles in the liquid crystal between the substrates are eliminated by pressure reduction and, therefore, method (2) with fewer bubbles is superior to method (1) in display grade.

[0010]

[PROBLEMS THE INVENTION IS GOING TO SOLVE] The above-described prior art injection methods have various problems as follows.

[0011] The inventors of the present invention have examined the influence of the angle formed by the injection direction and the rubbing direction on the orientability of the liquid crystal, and found out that uniform orientation cannot be obtained if this angle varies from pixel to pixel.

[0012] In the prior art injection method, as shown in Figures 12 (a) and (b), the liquid crystal 65, which is injected through injection ports 66, spreads so as to form the shape of a fan in the directions shown by the arrows between the electrode substrates 60 and 61. Therefore, it is difficult to control the angle formed by the injection direction and the rubbing direction. Thus, in the prior art injection method, the angle's variation from pixel to pixel may cause an uneven orientation of the liquid crystal 65 and decrease the display grade.

[0013] In addition, when injection is conducted as shown in Figures 12 (a) and (b), it takes time for the injection. For this reason, if the injection of method (2) is done with the use of a liquid crystal compound having a low boiling point, there is the problem that the

liquid crystal composite placed under a reduced pressure for long hours volatilizes to change the composition of the liquid crystal composite. On the other hand, in the liquid crystal display element shown in Figure 12 (b) having plural injection ports 66..., the liquid crystal 65 fails to reach the vicinity of both corners of the sealing material 62 on the side closer to the injection ports 66... and, therefore, non-injected regions 67, 67 appear. Thus, the occurrence of an injection failure may also decrease the display grade.

[0014] When the adhesion of the sealing material 62 to bond the electrode substrates 60 and 61 is insufficient, the distance between the electrode substrates 60 and 61 changes before and after the injection due to changes in the temperature and pressure of the panel and the amount of the liquid crystal injected during the injection process, thereby making the cell gap uneven. As a result, the threshold value voltage and orientation become uneven, leading to a decrease in display grade. Thus, when the adhesion between the electrode substrates 60 and 61 is insufficient, there is the problem that the cell gap cannot be controlled accurately.

[0015] Furthermore, ferroelectric liquid crystal, which has been drawing attention as a liquid crystal material in recent years, has the excellent property of a high speed response because of its spontaneous polarization; however, on the other hand, its molecule orientation has regularity closer to crystal. Hence, ferroelectric liquid crystal has the drawback of being hard to return to the original state when the regularity of the molecule orientation is disordered by an external pressure, that is, being vulnerable to impact.

[0016] However, in the liquid crystal display element shown in Figure 11, the spacers 63..., which are merely dispersed between



the electrode substrates 60 and 61, are poor at absorbing impact. Therefore, ferroelectric liquid crystal cannot be used for the above-mentioned liquid crystal display element.

[0017] The present invention contrived to solve these prior art problems has the object of providing a liquid crystal display element capable of realizing an excellent display grade, shorter injection time, uniformity of inter-substrate spacing, and high impact resistance.

[0018]

[MEANS TO SOLVE THE PROBLEMS] The liquid crystal display element of claim 1 of the present invention is characterized by having the following means to solve the above-described problems in a liquid crystal display element in which a liquid crystal layer composed of liquid crystal is disposed between a pair of substrates each having a plurality of striped electrodes for applying a voltage to the liquid crystal layer and an orientation control layer for controlling the orientation of the liquid crystal layer, at least one of the pair substrates having light penetration.

[0019] In short, in the liquid crystal display element, a plurality of wall-like spacers having a uniform height are formed on at least one of the pair substrates in such a manner as to be nearly in parallel with the liquid crystal injection direction.

[0020] In the above structure, the spacers are arranged to be nearly in parallel with the liquid crystal injection direction and, therefore, when liquid crystal is injected between the substrates in order to form a liquid crystal layer in manufacturing the liquid crystal display element of the present invention, the liquid crystal is injected along the longitudinal direction of the spacers. In short, the injection direction can be controlled by the direction in which the spacers are formed. Consequently, the angle formed by the

injection direction and the direction for orientation treatment becomes the same for all the pixels, thereby realizing uniform orientation.

[0021] In addition, the spacers serve to keep the distance between the substrates (cell gap) the same before and after the liquid crystal injection, thereby improving the impact resistance.

[0022] Moreover, since the injection proceeds uniformly between all the spacers, there is no region left without being filled with the liquid crystal. In addition, since the injection region is divided into a number of long and narrow regions by the spacers, the liquid crystal enters rapidly into each divided region so as to accelerate the injection time. Consequently, it becomes possible to suppress changes in composition of the liquid crystal composite, which becomes an issue in injecting under a reduced pressure.

[0023] The liquid crystal display element of claim 1, as described in claim 2, is preferably formed by injecting the liquid crystal in the direction either the same as or opposite to the direction for orientation treatments of the orientation control layers.

[0024] Consequently, the liquid crystal can be injected under the optimum condition where the angle formed by the injection direction and the orientation treatment direction is the same for all the pixels, which further improves orientation uniformity.

[0025] In the liquid crystal display element of claim 1, as described in claim 3, it is preferable that the spacers are disposed in regions between the electrodes on the same substrate and also regions onto which the regions are thrown vertically to the surface of the substrate and the spacers have an optical isotropy.

[0026] Thus, the spacers are formed outside the pixel regions, and therefore, there are no such problems as orientation defects caused in the vicinity of the spacers, unevenness in switching of liquid

crystal molecules, and a decrease in open area ratio, unlike the structure where spacers are formed inside the pixel region. The spacers, which are optically anisotropic, extinct under cross Nicol to function as black matrix.

[0027] The spacers are formed in the above-mentioned regions of either all or some of the electrodes.

[0028] In the liquid crystal display element of claim 1, as described in claim 4, it is preferable that an injection port through which the liquid crystal is injected is formed to have a width the same as or larger than the width of the display region with respect to the width direction of the spacers.

[0029] When plural injection ports are provided on a side surface of the liquid crystal display element, the liquid crystal spreads making ripples (unevenly) from each injection port as shown in Figure 12 (b). In order to make the liquid crystal travel evenly from the injection ports to all the inter-space regions, it is necessary to provide a fixed distance from each injection port to each spacer. Therefore, if spacers are formed away from the injection ports, in the regions between the injection ports and the spacers, it is difficult to improve the impact resistance and the uniformity of the cell gap.

[0030] In contrast, in the above structure, the injection ports have a width the same or larger than the width of the display region with respect to the width direction of the spacers, which enables the liquid crystal to travel from the injection ports to each spacer evenly. As a result, spacers can be formed without setting a difference in distance from the injection ports. In addition, the injection ports are wide enough to inject the liquid crystal within a short time.

[0031] In the liquid crystal display element of claim 1, as described

in claim 5, it is preferable that the spacers are made from a photo curing resin.

[0032] When the spacers are made from, for example, an organic or inorganic material, such method is employed as the material is shaped to have a fixed thickness, and a resist film is formed thereon and exposed via a mask. In contrast, when the spacers are made from a photosensitive organic resin such as photosensitive polyimide or a photosensitive acrylic resin as a photo curing resin, the resist film becomes unnecessary.

[0033] In the liquid crystal display element of claim 1, it is preferable that the orientation control layer on the substrate provided with the spacers is, as described in claim 6, disposed in an upper position than the spacers and is directly bonded to the orientation control layer on the other substrate at the tops of the spacers, and this bondage makes the pair substrates be bonded to each other.

[0034] Since the substrates are bonded to each other by the direct bondage of the orientation control layers, that is, layers made of the same material; it becomes possible to avoid inconveniences caused by bonding layers made from different materials. The inconveniences include deformation of either one of the materials due to overheat or overpressure, and adhesion failure such as lack of adhesion intensity due to insufficient heating or pressure.

[0035] Since the orientation control layers are formed after the formation of the spacers, the process of producing the spacers does not have detrimental effects such as contamination, a change in quality, or a breakage on the orientation control layers, thereby realizing excellent orientation.

[0036] Only the orientation control layers have to be bonded to each other in a softened state and so there is no need of softening the

spacers. Therefore, the completed spacers can be kept in a hardened state, thereby controlling the cell gap accurately.

[0037] In the liquid crystal display element of claim 1, it is preferable that the orientation control layer on the substrate provided with the spacers is, as described in claim 7, disposed in an upper position than the spacers and is bonded to the orientation control layer on the other substrate via an adhesive layer at the tops of the spacers, and this bondage makes the pair substrates be bonded to each other.

[0038] Thus bonding the orientation control layers to each other via the adhesive layer makes it unnecessary to soften the orientation control layers. Hence, the orienting effects of the orientation control layers are never lost.

[0039] In the liquid crystal display element of claim 1, it is preferable that the spacers, as described in claim 8, are disposed in an upper position than the orientation control layer on one substrate and are bonded to the orientation control layer on the other substrate at their tops, and this bondage makes the pair substrates be bonded to each other.

[0040] When the orientation control layers are made from a material which is turned into imide to some extent such as soluble polyimide, the adhesion strength between the orientation control layers is very low. In contrast, in the structure where the spacers are bonded to the orientation control layers, the adhesion strength between them can be improved even if the orientation control layers are made from soluble polyimide.

[0041] In the liquid crystal display element of claim 1, as described in claim 9, it is preferable that the liquid crystal is a ferroelectric liquid crystal. In short, as described before, the liquid crystal display element of claim 1 is excellent in impact resistance, and so

the orientation of the ferroelectric liquid crystal is never damaged by an impact even with the use of the ferroelectric liquid crystal vulnerable to impact.

[0042] The method of manufacturing a liquid crystal display element of claim 10 of the present invention is characterized by having the following means to solve the above-described problems in a method of manufacturing a liquid crystal display element in which a liquid crystal layer composed of liquid crystal is disposed between a pair of substrates each having an orientation control layer for controlling the orientation of the liquid crystal layer, at least one of the pair substrate having light penetration.

[0043] In other words, the method of manufacturing a liquid crystal display element comprises: a first step of forming a plurality of wall-like spacers having a uniform height on at least one of the pair substrates; a second step of bonding the pair substrates via the spacers; and a third step of injecting the liquid crystal between the pair substrates in the longitudinal direction of the spacers.

[0044] In the above manufacture method, since the spacers are formed to be in parallel with the electrodes in the second step, when the liquid crystal is injected in the longitudinal direction of the spacers in the fourth step, the direction for the liquid crystal to travel between the substrates is fixedly controlled. Consequently, the angle formed by the injection direction and the rubbing direction is made the same for all the pixels, thereby realizing uniform orientation.

[0045] The presence of the spacers can keep the cell gap uniform before and after the liquid crystal injection, and improve impact resistance.

[0046] Moreover, since the injection proceeds uniformly between all the spacers, there is no region left without being filled with the

liquid crystal. In addition, since the injection region is divided into a number of long and narrow regions by the spacers, the liquid crystal enters rapidly into each divided region so as to accelerate the injection time. Consequently, it becomes possible to suppress changes in composition of the liquid crystal composite, which becomes an issue in injecting under a reduced pressure.

[0047] In the method of manufacturing a liquid crystal display element of claim 10, as described in claim 11, it is preferable that the third step involves injecting the liquid crystal in a direction either the same as or opposite to the direction for orientation treatments of the orientation control layers.

[0048] Consequently, the liquid crystal can be injected under the optimum condition where the angle formed by the injection direction and the orientation treatment direction is the same for all the pixels, which further improves orientation uniformity.

[0049] In the method of manufacturing a liquid crystal display element of claim 10, as described in claim 12, it is preferable that the first step involves making the spacers from a photo curing resin.

[0050] When the spacers are made from a photosensitive organic resin such as photosensitive polyimide or a photosensitive acrylic resin as a photo curing resin, the resist film, which is need to make the spacers from an organic or inorganic material, becomes unnecessary.

[0051] In the method of manufacturing a liquid crystal display element of claim 10, as described in claim 13, it is preferable that the first step contains a process of forming orientation control layers so as to cover not only the substrates but also the spacers on the substrate having the spacers, and the second step involves bonding the portions of the orientation control layer that are on the

tops of the spacers on one of the substrates directly to the orientation control layer on the other substrate, thereby bonding the pair substrates to each other.

[0052] Thus, in the second step, the substrates are bonded to each other by the direct bondage of the orientation control layers, that is, layers made of the same material, and so it becomes possible to avoid bondage failure caused by bonding layers made from different materials. In addition, since the orientation control layers are formed after the formation of the spacers, the formation of the spacers does not have detrimental effects such as contamination, a change in quality, or a breakage on the orientation control layers, thereby realizing excellent orientation. Furthermore, in the second step, only the orientation control layers have to be bonded to each other in a softened state and so the spacers can be kept in a hardened state.

[0053] In the method of manufacturing a liquid crystal display element of claim 10, as described in claim 14, it is preferable that the first step contains a process of forming orientation control layers so as to cover not only the substrates but also the spacers on the substrate having the spacers, and a process of forming an adhesion layer at the portions of the orientation control layer covering the spacers that are on the tops of the spacers, and the second step involves bonding the orientation control layers via the adhesion layer, thereby bonding the pair substrates to each other. Thus, in the second step, bonding the orientation control layers to each other via the adhesion layer makes it unnecessary to soften the orientation control layers. In addition, like in the manufacture method of claim 13, the orientation control layers can be bonded without completely softening the spacers.

[0054] In the method of manufacturing a liquid crystal display



element of claim 10, as described in claim 15, it is preferable that the first step contains a process of forming orientation control layers so as to cover the substrates, and the spacers are formed on the orientation control layers, and the second step involves bonding the tops of the spacers to the opposing orientation control layers, thereby bonding the pair substrates to each other.

[0055] Thus, in the second step, bonding the spacers to the orientation control layers can improve the adhesion strength as compared with the adhesion between the orientation control layers made from soluble polyimide.

[0056]

[EMBODIMENT OF THE INVENTION] The liquid crystal display element of an embodiment of the present invention will be described as follows, based on Figures 1 through 10, by taking the first to third liquid crystal cells as examples. Components commonly used in the first to third liquid crystal cells are referred to with common reference numbers.

[0057] [the first liquid crystal cell] As shown in Figure 6, the first liquid crystal cell comprises insulating substrates 1 and 2, which are disposed to face each other. The substrates 1 and 2 are made from glass, plastic, silicon, or the like, and at least one of them is made from a transparent material.

[0058] The substrates 1 and 2 are provided with striped electrodes 3... and 4... formed thereon. The electrodes 3... and electrodes 4... are disposed to cross each other at right angles, and each intersection forms a pixel. Although the electrodes 3... and 4... are preferably made from ITO (indium tin oxide) in general, they can be transparent electrodes made from other metals.

[0059] The substrate 1 is provided with light-shielding members 5, 5 thereon along both sides of each electrode 3. The light-shielding

members 5 shield light at both sides of the electrode 3, and are made from a metal such as Cr, Mo, or Al or a non-transparent organic resin. On the other hand, the substrate 2 is provided with light-shielding members (not illustrated) thereon made from the same material as the light-shielding members 5 along both sides of each electrode.

[0060] The substrate 1 is further provided with an insulator film 6 in a manner as to cover the electrodes 3... and the light-shielding members 5.... On the other hand, the substrate 2 is also provided with an insulator film 7 in a manner as to cover the electrodes 4... and the light-shielding members. On the insulator film 6, a plurality of spacers 8... and an orientation film 9 as the orientation control layer are formed, whereas on the insulator film 7, an orientation film 10 as the orientation control layer is formed. The orientation films 9 and 10 have been subjected to orientation treatments by rubbing, and their orientation treatment directions are aligned when the substrates 1 and 2 are bonded to each other.

[0061] The spacers 8 are disposed in regions between the electrodes 3... and also regions onto which the regions are thrown vertically to the surface of the substrate 1 continuously like a wall extending in parallel with the electrodes 3. The position to arrange the spacers 8... is not restricted to the above-mentioned position; however, in order to maintain the display grade, it is preferable to arrange them outside the region above the electrodes 3... which are components of the pixels. Used as the material of the spacers 8 are photo curing resins such as photosensitive polyimide and a photosensitive acrylic resin, organic resins such as polyimide and an acrylic resin, and metals such as Cr, Mo, and Al.

[0062] In addition, the spacers 8... are optically anisotropic, and extinct under cross Nicol. For the spacers 8 to extinct under cross

Nicol, it is necessary that the spacers 8... are made from a material having no anisotropy in refractive index, and that there is no liquid crystal between the orientation films 9 and 10 at the top portions of the spacers 8....

[0063] The orientation film 9 is stacked so as to coat the surfaces of the spacers 8... and the surface of the insulator film 6 between the spacers 8....

[0064] An electrode substrate 11 is formed by arranging the substrate 1, the electrodes 3..., the light-shielding members 5..., the insulator film 6, the spacers 8..., and the orientation film 9. Similarly, an electrode substrate 12 is formed by arranging the substrate 2, the electrodes 4..., the shielding members, the insulator film 7, and the orientation film 10.

[0065] The electrode substrates 11 and 12 are bonded to each other by applying a sealing member at the outer regions thereof, and liquid crystal is filled into the gap so as to form a liquid crystal layer 13. The electrode substrates 11 and 12 are also bonded to each other by bonding each top portion of the orientation film 9 having a number of projected portions to the orientation film 10, so as to make the bondage stronger.

[0066] When the outer regions of the electrode substrates 11 and 12 are well sealed by the bondage of the orientation films 9 and 10 via the spacers 8..., there is no need to bond the electrode substrates 11 and 12 by a sealing member.

[0067] As the liquid crystal composing the liquid crystal layer 13, a ferroelectric liquid crystal composite is used. The use of the ferroelectric liquid crystal, which has the excellent property of high-speed response and high memory performance, can realize display of a large capacity and high definition.

[0068] Although it is not shown in Figure 6, in the electrode

substrates 11 and 12, polarizer plates are formed on the surfaces containing no electrodes 3... or 4.... The polarizer plates are so arranged that their polarizing axes cross each other at right angles (cross Nicol).

[0069] The first liquid crystal cell thus structured is manufactured in the following procedure.

[0070] First of all, an about 100 nm-thick film is formed on the surface of the substrate 1 by using a metal such as molybdenum (Mo) or a non-transparent organic resin, and this film is patterned by photolithography. Consequently, as shown in Figure 7(a), light-shielding members 5... are formed in a predetermined pattern. When the light-shielding members 5... are unnecessary, this process is omitted.

[0071] Then, an about 100 nm-thick ITO is formed thereon by sputtering and then patterned by photolithography. As a result, as shown in Figure 7(b), the electrodes 3... are formed in a manner that the light-shielding members 5,5 are arranged along both sides of each electrode 3.

[0072] On this,  $\text{SiO}_2$  is applied by spin coating, and the insulator film 6 having a flat surface is formed as shown in Figure 7(c). When the insulator film 6 is unnecessary, this process is omitted. Alternatively, this process can be done after the formation of the spacers 8... which will be described below.

[0073] Next, on the insulator film 6, a negative photosensitive resin such as OMR-83 manufactured by Tokyo Ohka Kogyo Co., Ltd. is applied by spin coating so as to be 1.5 $\mu\text{m}$  thick after burning. The above-mentioned regions on the photosensitive resin where the spacers 8... are supposed to be formed are radiated with an ultraviolet ray via a photo mask so as to eliminate an unexposed portion, and thereafter, a main burning is conducted for 30 minutes

at about 145°C. As a result, as shown in Figure 7(d), the spacers 8... of the same height are formed.

[0074] Furthermore, PSI-A-2101 (polyamide carboxylic acid) manufactured by Chisso Corporation is applied as thick as 50 nm, and a tentative burning is conducted for one hour at about 180°C, and thereafter, a rubbing treatment is applied to the surface. As a result, the orientation film 9 is formed as shown in Figure 7(e).

[0075] The electrode substrate 11 is produced as described above. The electrode substrate 12 is produced in the same manner as the electrode substrate 11 except for the process of forming the spacers 8.... To be more specific, the electrodes 4..., the light-shielding members, and the insulator film 7 are formed in sequence in the same procedure as that of Figure 7(a)-(c), and the orientation film 10 is formed on this insulator film 7 by the same process as that shown in Figure 7(e).

[0076] The electrode substrates 11 and 12 thus produced are disposed to face each other in a manner that the direction of rubbing applied to the orientation films 9 and 10 are aligned, and then a pressure of 0.6 kgf/cm<sup>2</sup> is applied for one hour at about 200°C so as to make the orientation films 9 and 10 be bonded to each other. Liquid crystal is injected between the electrode substrates 11 and 12 in the longitudinal direction of the spacers 8... to form the liquid crystal layer 13, and then polarized plates are formed to complete the liquid crystal cell.

[0077] In this case, the spacers 8... are provided exclusively on the electrode substrate 11; however, the present invention is not restricted to this structure. For example, it is possible that the necessary spacers 8... are provided dividedly on both the electrode substrates 11 and 12, and the orientation film formed on the spacers of one of the electrode substrates is bonded to the regions of

the orientation film that have no spacer on the other electrode substrate, thereby bonding the electrode substrates 11 and 12 to each other.

[0078] [the second liquid crystal cell] As shown in Figure 8, the second liquid crystal cell comprises electrode substrates 21 and 12, which are bonded to each other, and a liquid crystal layer 13 is formed therebetween. The electrode substrate 21 is formed by adding an adhesive layer 22 to the electrode substrate 11 of the first liquid crystal cell. The adhesive layer 22 is formed on each top portion of the orientation film 9, and the electrode substrates 21 and 12 are bonded to each other by this adhesive layer 22.

[0079] The second liquid crystal cell is manufactured in the following procedure.

[0080] First of all, in the processes shown in Figures 7(a) to (e), an electrode substrate having the same composition as the electrode substrate 11 is produced. Then, an adhesive agent is transferred to each top portion of the orientation film 9 by a stamp method, a film transfer method, or the like to form the adhesive layer 22. Used as the adhesive agent here can be an epoxy resin, a thermoplastic resin, or the like.

[0081] While the electrode substrate 21 is produced in this manner, the electrode substrate 12 is produced in the same manner as the electrode substrate 12 of the first liquid crystal cell. Then, these electrode substrates 21 and 12 are disposed to face each other in a manner that the directions of rubbing applied to the orientation films 9 and 10 are aligned, and then a pressure of  $0.6 \text{ kgf/cm}^2$  is applied for an hour at room temperature so as to bond the adhesive layer 22 and the orientation film 10. Liquid crystal is injected between the electrode substrates 21 and 12 in the longitudinal direction of the spacers 8... to form the liquid crystal layer 13, and

then polarized plates are formed to complete the liquid crystal cell. [0082] [the third liquid crystal cell] As shown in Figure 9, the third liquid crystal cell comprises electrode substrates 31 and 12, which are bonded to each other, and a liquid crystal layer 13 is formed therebetween. The electrode substrate 31 is provided with an orientation film 32 formed on the insulator film 6 to have a flat surface like the orientation film 10 of the electrode substrate 12. The spacers 8... of the electrode substrate 31 are disposed in regions between the electrodes 3... and also regions onto which the regions are thrown vertically to the surface of the substrate 1. The electrode substrates 31 and 12 are bonded to each other by the spacers 8....

[0083] The third liquid crystal cell thus structured is manufactured by the following procedure.

[0084] First of all, according to the processes shown in Figures 7(a) to (c), the electrodes 3..., the light-shielding members 5..., and the insulator film 6 are formed in this order on the substrate 1. Then, PSI-A-2101 manufactured by Chisso Corporation is applied as thick as 50 nm, and a burning is conducted for one hour at about 200°C, and thereafter, a rubbing treatment is applied to the surface. As a result, the orientation film 32 having a flat surface is formed on the insulator film 6. The rubbing treatment could be done after the formation of the spacers 8....

[0085] Next, on the orientation film 32, a negative photosensitive resin such as OMR-83 manufactured by Tokyo Ohka Kogyo Co., Ltd. is applied by spin coating so as to be 1.5 $\mu$ m thick after burning. The above-mentioned regions on the photosensitive resin where the spacers 8... are supposed to be formed are radiated with an ultraviolet ray via a photo mask so as to eliminate an unexposed portion, and thereafter, a main burning is conducted for 30 minutes

at about 145°C. As a result, as shown in Figure 9, the spacers 8... are formed on the orientation film 32.

[0086] The electrode substrate 31 is produced as described above. The electrode substrate 12 is produced in the same manner as the electrode substrate 12 of the first liquid crystal cell. Then, the electrode substrates 31 and 12 are disposed to face each other in a manner that the direction of rubbing applied to the orientation films 32 and 10 are aligned, and then a pressure of 0.6 kgf/cm<sup>2</sup> is applied for one hour at about 200°C so as to make the spacers 8... and the orientation film 10 be bonded to each other. At this moment, properly selecting the requirements for bondage (temperature and pressure) can improve the bondage strength of the electrode substrates 31 and 12 to some extent, regardless of the material of the spacers 8....

[0087] Liquid crystal is injected between the electrode substrates 31 and 12 in the longitudinal direction of the spacers 8... so as to form the liquid crystal layer 13, and then polarized plates are formed to complete the liquid crystal cell.

[0088] As described hereinbefore, the spacers 8... in the first to third liquid crystal cells are firmly bonded to the orientation film 10 in the electrode substrate 2 either directly or via the orientation film 9 or the adhesive layer 22 as apparent from Figures 6, 8, and 9, respectively. Therefore, the injection of the liquid crystal is controlled by the spacers 8... to proceed in a fixed direction. As a result, the angle formed by the injection direction and the rubbing direction is the same for all the pixels, which realizes a good display grade.

[0089] The spacers 8... shaped like a wall are disposed between the electrode substrate 11, 21, or 31 and the electrode substrate 12, which makes it possible to maintain the distance between the



opposing electrode substrates uniformly, and to improve impact resistance.

[0090] The spacers, which are optically anisotropic, extinct under cross Nicol. Since the spacers function as black matrix in this manner, they shield light between the electrodes 3...in regions outside the pixel regions. Hence, a contrast can be improved.

[0091] The first to third liquid crystal cells, which are constructed as mentioned above, have the following advantages respectively.

[0092] In the first liquid crystal cell, which is manufactured by conducting the process of forming the orientation film 9 after the formation of the spacers 8..., the formation of the spacers does not cause contamination, a change in quality, or a breakage on the orientation film 9, thereby realizing uniform orientation. In the second liquid crystal cell, the presence of the adhesion layer 22 enables the electrode substrates 21 and 12 to be bonded to each other at higher adhesion strength than in the first liquid crystal cell. Furthermore, when the adhesion strength between the orientation films is low, the spacers 8... and the orientation films 32 and 10 can be bonded so as to bond the electrode substrates 31 and 12 in high strength.

[0093] [liquid crystal injection] A method of injecting liquid crystal in the first to third liquid crystal cells and the spacer structure suitable for this injection method will be described as follows. In the following description, as the electrode substrate having the spacers 8..., the electrode substrate 11 of the first liquid crystal cell is used for the sake of convenience.

[0094] In the liquid crystal cell shown in Figure 1(a), the electrode substrates 11 and 12 are rectangular and the respective long sides oppose orthogonally. The spacers 8... are formed to be stripe in parallel with the long sides of the electrode substrate 11.

[0095] The display region 42 of the present liquid crystal cell is formed inside the region where the electrode substrates 11 and 12 oppose each other, that is, where the liquid crystal is injected. As shown in Figure 1(a) or Figure 2(a), between the electrode substrates 11 and 12, the spacers 8... are disposed at least in the display region 42 to keep a fixed distance.

[0096] In this liquid crystal cell, an injection port 41 is provided along the edge of a long side of the electrode substrate 12 so that the liquid crystal can be injected from the edge of a short side of the electrode substrate 11. The injection port 41 is formed to have a width  $d_1$  which is equal to or longer than the width  $d_2$  of the display region 42 in the direction orthogonal to the longitudinal direction of the spacers 8....

[0097] In this liquid crystal cell, the liquid crystal is injected in the longitude direction of the spacers 8... through the injection port 41, and the injection direction is aligned to the rubbing direction. Since the liquid crystal is injected in the longitudinal direction of the spacers 8... in this manner, the injection direction becomes uniform in all the pixels, making it possible to align the liquid crystal uniformly.

[0098] Since the region in which the liquid crystal is injected is divided into a number of long and narrow regions by the spacers 8..., the liquid crystal enters rapidly into each divided region by the capillary phenomenon, finishing the injection within a short time. Consequently, the liquid crystal composite is prevented from being placed under a reduced pressure for long hours at the time of injection under a reduced pressure, thereby suppressing changes in the composition of the liquid crystal composite. In addition, since the injection proceeds evenly between the long and narrow regions, the liquid crystal can be spread into the entire region to be

injected.

[0099] For example, when the ferroelectric liquid crystal composite (SCE8) manufactured by Merck & Co. was used as the liquid crystal to be injected in the above-mentioned liquid crystal cell, as shown in Figure 1(b) and (c), it was observed that the liquid crystal 43 is injected in the longitudinal direction of the spacers 8... without being disturbed by the spacers 8....

[0100] It was also observed that the injection had proceeded evenly between adjacent spacers 8, 8. This results from the fact that making the width  $d_1$  of the injection port 41 equal to or longer than the width  $d_2$  of the display region 42 causes no difference in the time required for the liquid crystal 43 to travel from the injection port 41 to each spacer 8. Therefore, the injection was performed efficiently in a short time without causing any trouble. Furthermore, since the liquid crystal 43 travels from the injection port 41 to each spacer 8 in equal amounts, the spacers 8... can be disposed not away from the injection port 41. Consequently, the impact resistance of the liquid crystal cell can be improved in the vicinity of the injection port 41.

[0101] The above-described liquid crystal cell was formed in the size of 150 mm  $\times$  150 mm, and injection was conducted into this liquid crystal cell to find that it took two hours. The cell gap did not show any change before and after the injection, and the uniformity was  $1.5 \pm 0.2\mu\text{m}$  after the injection. When this liquid crystal cell was subjected to a pressure of 2 kgf/cm<sup>2</sup>, there was no occurrence of orientation defects.

[0102] In addition, the electrode substrates 11 and 12 are bonded to each other with a uniform distance therebetween by the wall-like spacers 8.... This makes the distance (cell gap) be uniformed at a higher precision than the prior art, and the electrode substrates 11

and 12 be bonded to each other firmly. Consequently, the impact resistance can be improved, and orientation is not damaged even with the use of a ferroelectric liquid crystal vulnerable to impact.

[0103] From the view point of excellent orientation, the angle formed between the injection direction and the rubbing direction is preferably either 0 degree (the same direction) or 180 degrees (opposite direction) as in the liquid crystal cells of Figure 1(a) or Figure 2 (a). In contrast, in the liquid crystal cell shown in Figure 2(b), the angle which the injection direction forms with the rubbing direction is 45°. When the injection direction and the rubbing direction are not in parallel with each other like this, orientation defects are likely to occur. Therefore, the liquid crystal cells shown in Figures 1(a) and 2(a) have better orientation than the liquid crystal cell shown in Figure 2(b).

[0104] Liquid crystal cells having other structures will be described as follows.

[0105] For example, in the liquid crystal cell shown in Figure 3, the spacers 8... are so formed as to enclose three sides excluding the injection port 41 side. In this structure, an injection by a reduced-pressure injection method causes a pressure difference between the injection port 41 side and the opposite side, which accelerates the injection. The use of the reduced-pressure injection method causes no residual bubbles and eliminates regions in which injection is poorly done, thereby obtaining an excellent display grade. In contrast, in the structure of the spacers 8... of the liquid crystal cell shown in Figure 1(a), when the three sides are enclosed, for example, by applying a sealing agent or a sealant at the edges of the spacers 8... on the side far from the injection port 41, the injection time can be shortened as well by the pressure difference.

[0106] In the liquid crystal cells shown in Figure 4(a) and 4(b), the spacers 8... are formed to be stripe even outside the display region 42. To be more specific, in the liquid crystal cell shown in Figure 4(a), the spacers 8... are formed to have the same length as the short sides of the electrode substrate 12 and to be within the electrode substrate 12. On the other hand, in the liquid crystal cell shown in Figure 4(b), the spacers 8... have a larger length than the short sides of the electrode substrate 12 and their both ends are slightly out from the electrode substrate 12. As a result, not only in the display region 42 but also in the entire region with the injected liquid crystal, the cell gap is uniformed and high impact resistance appears. As a result, an excellent display grade can be obtained.

[0107] In the liquid crystal cell shown in Figure 5, the spacers 8... are so disposed as to avoid the pixel regions, that is, the regions in which the electrodes 3... and the electrodes 4... cross each other. This eliminates the possibility of a decrease in penetration of the pixel regions due to the spacers 8..., thereby maintaining the display grade.

[0108] [Comparative Example 1] As a comparative example for the liquid crystal cell of the present embodiment, the liquid crystal cell shown in Figure 11 was produced.

[0109] In the manufacture of this liquid crystal cell, spherical spacers 63... were dispersed on the orientation film 56, and the electrode substrates 60 and 61 are bonded by the sealing material 62. In the liquid crystal cell thus manufactured, as shown in Figure 12(b), the liquid crystal 65, which was injected through injection ports, fanned out between the electrode substrates 60 and 61. As a result, the angle formed by the injection direction and the rubbing direction varies from pixel to pixel. In addition,

non-injected regions 67, 67 where the liquid crystal 65 was not filled were found.

[0110] The above-described liquid crystal cell was formed in the size of 150 mm  $\times$  150 mm, and injection was conducted into this liquid crystal cell to find that it took five hours. The cell gap changed greatly before and after the injection, and the uniformity was  $1.5 \pm 0.5\mu\text{m}$  after the injection. When this liquid crystal cell was subjected to a pressure of 0.5 kgf/cm<sup>2</sup>, orientation defects occurred.

[0111][Comparative Example 2] In this comparative example, as shown in Figures 10(a) and (b), liquid crystal cells were formed to have spacers 8... arranged in different directions from the liquid crystal cell shown in Figure 1(a). In the liquid crystal cell shown in Figure 10(a), the longitudinal direction of the spacers 8... is tilted with respect to the rubbing direction, and in the liquid crystal cell shown in Figure 10(b), the longitudinal direction of the spacers 8... is orthogonal to the rubbing direction. In these liquid crystal cells, when the liquid crystal 41 was injected from the same direction as the rubbing direction, smooth injection of the liquid crystal was disturbed by the spacers 8..., and as a result, non injection regions 44... not filled with the liquid crystal 43 appeared.

[0112] As described hereinbefore, it has turned out that the liquid crystal cell of the embodiment is superior to the liquid crystal cells manufactured by the prior art methods in orientability, uniformity of the cell gap, and impact resistance.

[0113]

[EFFECTS OF THE INVENTION] As described above, in the liquid crystal display element described in claim 1 of the present invention, a plurality of wall-like spacers having the same height are formed on at least one of the pair substrates in such a manner

as to be nearly in parallel with the liquid crystal injection direction.

[0114] Consequently, in the manufacture of this liquid crystal display element, when the liquid crystal is injected between the substrates in order to form the liquid crystal layer, the injection direction can be controlled by the direction for the spacers to be formed. As a result, the angle formed by the injection direction and the orientation treatment direction becomes the same for all the pixels, which realizes uniform orientation. In addition, the presence of the spacers enables the cell gap to be kept even before and after the liquid crystal injection, and the impact resistance to be improved. Since the liquid crystal goes into between all the spacers evenly, no region is left without being filled with the liquid crystal. The rapid travel of the liquid crystal into a number of long and narrow regions formed by the spacers can shorten the injection time. As a result, it becomes possible to suppress changes in composition of the liquid crystal composite, which becomes an issue in injecting under a reduced pressure.

[0115] Thus, controlling the injection direction by the spacers has the effect of providing a highly reliable liquid crystal display element.

[0116] The liquid crystal display element described in claim 2 of the present invention is, in the liquid crystal display element of claim 1, the liquid crystal layer is formed by injecting the liquid crystal in a direction either the same as or opposite to the direction for orientation treatments of the orientation control layers.

[0117] Consequently, the liquid crystal can be injected under the optimum condition where the angle formed by the injection direction and the orientation treatment direction is the same for all the pixels, which further improves orientation uniformity. Hence,

in addition to the effects provided by the liquid crystal display element of claim 1, there is the effect of further improving the display grade.

[0118] The liquid crystal display element described in claim 3 of the present invention is, in the liquid crystal display element of claim 1, the spacers are disposed in regions between the electrodes on the same substrate and also regions onto which the regions are thrown vertically to the surface of the substrate and the spacers have an optical isotropy.

[0119] Thus, the spacers are formed outside the pixel regions, and therefore, there are no such problems as orientation defects caused in the vicinity of the spacers, unevenness in switching of liquid crystal molecules, and a decrease in open area ratio. The spacers, which are optically anisotropic, extinct under cross Nicol to function as black matrix. Hence, in addition to the effects provided by the liquid crystal display element of claim 1, there is the effect of improving contrast by the spacers shielding the regions other than the pixel regions.

[0120] The liquid crystal display element described in claim 4 of the present invention is, in the liquid crystal display element of claim 1, the injection port through which the liquid crystal is injected is formed to have a width the same as or larger than the width of a display region with respect to the width direction of the spacers.

[0121] Since the liquid crystal travels from the injection ports to each spacer evenly, the spacers can be formed without setting a difference in distance from the injection ports. In addition, the injection ports are wide enough to inject the liquid crystal within a short time. Hence, in addition to the effects provided by the liquid crystal display element of claim 1, there is the effects of improving the uniformity and impact resistance of the cell gap in the vicinity



of the injection ports, and of accelerating the time required for injection.

[0122] The liquid crystal display element described in claim 5 of the present invention is, in the liquid crystal display element of claim 1, the spacers are made from a photo curing resin.

[0123] Making the spacers from a photo curing resin makes the resist film unnecessary. Hence, in addition to the effects provided by the liquid crystal display element of claim 1, there is the effect of simplifying the manufacturing process and reducing the manufacturing cost.

[0124] The liquid crystal display element described in claim 6 of the present invention is, in the liquid crystal display element of claim 1, the orientation control layer on the substrate provided with the spacers is disposed in an upper position than the spacers and is directly bonded to the orientation control layer on the other substrate at the tops of the spacers, and this bondage makes the pair substrates be bonded to each other.

[0125] Thus, the substrates are bonded to each other by the direct bondage of the orientation control layers, that is, layers made of the same material, and so it becomes possible to avoid bondage failure caused by bonding layers made from different materials. In addition, since the orientation control layers are formed after the formation of the spacers, the formation of the spacers does not damage the orientation control layers such as contamination, a change in quality, or a breakage. Furthermore, only the orientation control layers have to be bonded to each other in a softened state and so the spacers do not have to be softened. Hence, in addition to the effects provided by the liquid crystal display element of claim 1, there is the effect of properly maintaining the adhesion of the substrates, the orientation of the

orientation control layers, and the uniformity and impact resistance of the cell gap in the manufacturing process.

[0126] The liquid crystal display element described in claim 7 of the present invention is, in the liquid crystal display element of claim 1, the orientation control layer on the substrate provided with the spacers is disposed in an upper position than the spacers and is bonded to the orientation control layer on the other substrate via an adhesive layer at the tops of the spacers, and this bondage makes the pair substrates be bonded to each other.

[0127] This structure makes it unnecessary to soften the orientation control layers because the orientation control layers are bonded to each other via the adhesion layer. Consequently, the orientation effects of the orientation control layers are never lost. In addition, similar to the liquid crystal display element of claim 6, there is no need of softening the spacers in bonding the orientation control layers to each other. Hence, in addition to the effects provided by the liquid crystal display element of claim 1, there is the effect of properly maintaining the orienting effects of the orientation control layers, and the uniformity and impact resistance of the cell gap in the manufacturing process.

[0128] The liquid crystal display element described in claim 8 of the present invention is, in the liquid crystal display element of claim 1, the spacers are disposed in an upper position than the orientation control layer on one substrate and are bonded to the orientation control layer on the other substrate at their tops, and this bondage makes the pair substrates be bonded to each other.

[0129] This structure enables to improve the adhesion strength of the orientation control layers even when they are made from soluble polyimide. Hence, in addition to the effects provided by the liquid crystal display element of claim 1, there is the effect of

properly maintaining the uniformity and impact resistance of the cell gap at a high level, regardless of the material of the orientation control layers.

[0130] The liquid crystal display element described in claim 9 of the present invention is, in the liquid crystal display element of claim 1, the liquid crystal is a ferroelectric liquid crystal, and so even with the use of a ferroelectric liquid crystal vulnerable to impact, the orientation of the ferroelectric liquid crystal is not damaged by impact. Therefore, it becomes possible to make use of the excellent properties of the ferroelectric liquid crystal, which easily realizes display of a large capacity and high definition.

[0131] The method of manufacturing a liquid crystal display element described in claim 10 of the present invention comprises: a first step of forming a plurality of wall-like spacers having a uniform height on at least one of the pair substrates; a second step of bonding the pair substrates via the spacers; and a third step of injecting the liquid crystal between the pair substrates in the longitudinal direction of the spacers.

[0132] In this structure, since the spacers are disposed to be in parallel with the electrodes, the direction to inject the liquid crystal is fixedly controlled by the spacers. This makes the angle formed by the injection direction and the rubbing direction the same for all the pixels, thereby realizing uniform orientation. The presence of the spacers can keep the cell gap uniform before and after the liquid crystal injection, and improve the impact resistance. Because of the injection proceeding evenly and rapidly in the numeral long and narrow regions formed by the spacers, no region is left without being filled with the liquid crystal, and the injection time can be shortened. This shortened injection time also makes possible to suppress changes in composition of the liquid crystal

composite, which becomes an issue in injecting under a reduced pressure.

[0133] Controlling the injection direction by the spacers brings about the effect of providing a highly reliable liquid crystal display element.

[0134] According to the method of manufacturing a liquid crystal display element described in claim 11, in the method of claim 10, the third step involves injecting the liquid crystal in a direction either the same as or opposite to the direction for orientation treatments of the orientation control layers.

[0135] Consequently, the liquid crystal can be injected under the optimum condition where the angle formed by the injection direction and the orientation treatment direction is the same for all the pixels, which further improves orientation uniformity. Hence, in addition to the effects provided by the method of manufacturing a liquid crystal display element of claim 10, there is the effect of further improving the display grade.

[0136] According to the method of manufacturing a liquid crystal display element described in claim 12, in the method of claim 10, the first step involves making the spacers from a photo curing resin, which makes it unnecessary to use the resist film that is needed when the spacers are made from an organic or inorganic material. Hence, in addition to the effects provided by the method of manufacturing a liquid crystal display element of claim 10, there is the effect of simplifying the manufacture process and reducing the manufacturing cost.

[0137] According to the method of manufacturing a liquid crystal display element described in claim 13, in the method of claim 10, the first step contains a process of forming orientation control layers so as to cover not only the substrates but also the spacers on

the substrate having the spacers, and the second step involves bonding the portions of the orientation control layer that are on the tops of the spacers on one of the substrates directly to the orientation control layer on the other substrate, thereby bonding the pair substrates to each other.

[0138] Thus, the substrates are bonded to each other by the direct bondage of the orientation control layers, that is, layers made of the same material, and so it becomes possible to avoid bondage failure caused by bonding layers made from different materials. In addition, since the orientation control layers are formed after the formation of the spacers, the formation of the spacers does not damage the orientation control layers such as contamination, a change in quality, or a breakage. Furthermore, only the orientation control layers have to be bonded to each other in a softened state and so the spacers do not have to be softened completely. Hence, in addition to the effects provided by the method of manufacturing a liquid crystal display element of claim 10, there is the effect of properly maintaining the adhesion of the substrates, the orientation of the orientation control layers, and the uniformity and impact resistance of the cell gap in the manufacturing process.

[0139] According to the method of manufacturing a liquid crystal display element described in claim 14, in the method of claim 10, the first step contains a process of forming orientation control layers so as to cover not only the substrates but also the spacers on the substrate having the spacers, and a process of forming an adhesion layer at the portions of the orientation control layer covering the spacers that are on the tops of the spacers, and the second step involves bonding the orientation control layers via the adhesion layer, thereby bonding the pair substrates to each other.

[0140] This structure makes it unnecessary to soften the orientation control layers because the orientation control layers are bonded to each other via the adhesion layer. In addition, similar to the manufacture method of claim 13, the orientation control layer can be bonded in the state where the spacers are hardened. Hence, in addition to the effects provided by the method of manufacturing a liquid crystal display element of claim 10, there is the effect of properly maintaining the orientation of the liquid crystal, and the uniformity and impact resistance of the cell gap in the manufacturing process.

[0141] According to the method of manufacturing a liquid crystal display element described in claim 15, in the method of claim 10, the first step contains a process of forming orientation control layers so as to cover the substrates, and the spacers are formed on the orientation control layers, and the second step involves bonding the tops of the spacers to the opposing orientation control layers, thereby bonding the pair substrates to each other. Since the spacers are bonded to the orientation control layers, the adhesion strength can be increased compared with the bondage between the orientation control layers made from soluble polyimide. Hence, in addition to the effects provided by the method of manufacturing a liquid crystal display element of claim 10, there is the effect of properly maintaining the uniformity and impact resistance of the cell gap at a high level, regardless of the material of the orientation control layers.

#### [BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

[FIGURE 1] Plan views showing the rough structure of the liquid crystal cell of an embodiment of the present invention and the injection of liquid crystal in this liquid crystal cell.

[FIGURE 2] Plan views showing the structure of another liquid

crystal cell of the embodiment of the present invention.

[FIGURE 3] A plan view showing the structure of the liquid crystal cell in which three sides are enclosed by spacers.

[FIGURE 4] Plan views showing the structure of the liquid crystal cell having long spacers.

[FIGURE 5] A plan view showing the structure of the liquid crystal cell in which spacers are disposed outside the pixel regions.

[FIGURE 6] A cross sectional view showing the detailed structure of the first liquid crystal cell of the embodiment of the present invention.

[FIGURE 7] Cross sectional views showing each process in the manufacture of the first liquid crystal cell.

[FIGURE 8] A cross sectional view showing the detailed structure of the second liquid crystal cell of the embodiment of the present invention.

[FIGURE 9] A cross sectional view showing the detailed structure of the third liquid crystal cell of the embodiment of the present invention.

[FIGURE 10] Plan views showing the liquid crystal cell of Comparative Example after the liquid crystal injection.

[FIGURE 11] A cross sectional view showing the detailed structure of the prior art liquid crystal cell.

[FIGURE 12] Plan views showing the liquid crystal injection of the prior art liquid crystal cell.

[EXPLANATION OF REFERENCE NUMBERS]

1, 2    substrate

3, 4    electrode

8    spacer

9, 10, 32    orientation film (orientation control layer)

13    liquid crystal layer

- 22 adhesive layer
- 41 injection port
- 42 display region
- 43 liquid crystal

FIGURES 1,2,3,4,5,10 共通

注入方向 --- injection direction

ラビング方向 --- rubbing direction





## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10161135 A**

(43) Date of publication of application: 19 . 06 . 98

(51) Int. Cl.

**G02F 1/1339**  
**G02F 1/1341**(21) Application number: **08318313**

(22) Date of filing: 28 . 11 . 96

(71) Applicant: **SHARP CORP UK GOVERNMENT**(72) Inventor:  
**TAMAI KAZUHIKO**  
**UCHIDA HIDEKI**  
**SHIGETA MITSUHIRO**  
**SANEYOSHI HIDEJI****(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT AND ITS PRODUCTION**

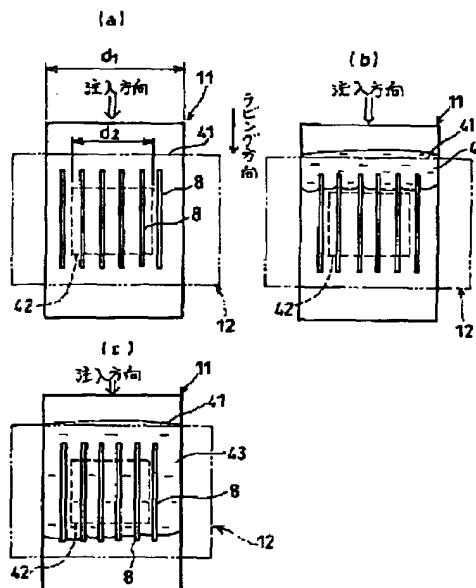
formed.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

**(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To embody a good display grade, shortening of injection time, uniformity of intersubstrate spacings and high impact resistance.

**SOLUTION:** Electrode substrates 11, 12 are manufactured by forming striped electrodes and oriented films subjected to orientation treatments (rubbing) on transparent substrates. This electrode substrate 11 has striped and wall-like spacers 8... formed in parallel with the electrodes. The electrode substrates 11, 12 are disposed and stuck to each other via the spacers 8 in such a manner that the electrodes disposed respective on the substrates intersect with each other. The liquid crystals are injected therebetween. At this time, the directions of injection are aligned to the longitudinal direction of the spacers 8. As a result, the angles formed by the injection direction and the rubbing directions are made the same with respect to the respective pixels and, therefore, the display grade is improved. In addition, the liquid crystals 43 are uniformly injected along the spacers 8 and, therefore, the injection is rapidly executed. Further, the spacing between the electrode substrates 11, 12 is kept uniform by the spacers 8 and the structure strong to impact is



(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 2 F

1/1339

5 0 0

G 0 2 F

1/1339

5 0 0

1/1341

1/1341

審査請求 未請求 請求項の数15

O L

(全14頁)

(21) 出願番号 特願平8-318313

(22) 出願日 平成8年(1996)11月28日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(74) 代理人 弁理士 原 謙三

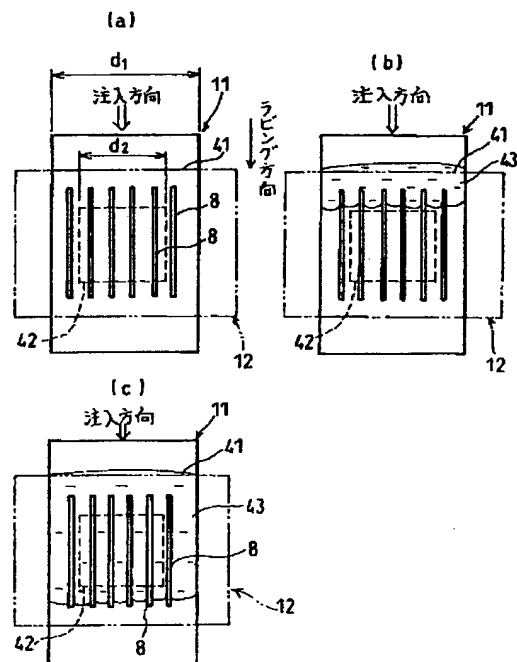
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 良好な表示品位、注入時間の短縮化、基板間隔の均一化および高い耐衝撃性を実現する。

【解決手段】 ストライプ状の電極および配向処理（ラビング）を施した配向膜を透明な基板上に形成して電極基板11・12を作製する。電極基板11は、電極と平行に形成されたストライプ状かつ壁状のスペーサ8…を有する。電極基板11・12を、それぞれに設けられた電極が交差するように対向させてスペーサ8…を介して貼り合わせ、その間に液晶43を注入する。このとき、注入の方向をスペーサ8…の長手方向と一致させる。これにより、注入方向とラビング方向のなす角度が各画素について同じになるので、表示品位が向上する。また、液晶43がスペーサ8…に沿って均一に注入されるので、注入が速やかに行われる。さらに、スペーサ8…により、電極基板11・12の間隔が均一に保たれ、かつ衝撃に強い構造が形成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 液晶からなる液晶層を、該液晶層に電圧を印加する複数のストライプ状の電極および該液晶層の配向を制御する配向制御層を各々が有し、少なくとも一方が光透過性を有する一対の基板で挟持する構造の液晶表示素子において、

上記一対の基板の少なくとも一方に均一な高さの壁状のスペーサが液晶注入方向とほぼ平行となるように複数設けられていることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項2】 上記液晶層が、上記配向制御層の配向処理方向と同方向または逆方向に液晶が注入されることにより形成されていることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示素子。

【請求項3】 上記スペーサが、同一の上記基板上の電極間の領域およびこの領域を上記基板表面に垂直な方向に投影した領域に配され、かつ光学的な等方性を有することを特徴とする請求項1に記載の液晶表示素子。

【請求項4】 上記液晶を注入するための注入口が、上記スペーサの幅方向に対する表示領域の幅と同じかあるいは長い幅に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示素子。

【請求項5】 上記スペーサが光硬化性樹脂からなることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示素子。

【請求項6】 上記スペーサを有する基板における配向制御層が、上記スペーサよりも上層に設けられるとともに、スペーサの頂部に位置する部分で他方の基板における配向制御層に直接接着されており、この接着により、上記一対の基板が互いに貼り合わされていることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示素子。

【請求項7】 上記スペーサを有する基板における配向制御層が、上記スペーサよりも上層に設けられるとともに、スペーサの頂部に位置する部分で他方の基板における配向制御層に接着層を介して接着されており、この接着により、上記一対の基板が互いに貼り合わされていることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示素子。

【請求項8】 上記スペーサが、一方の基板において配向制御層よりも上層に設けられるとともに、その頂部で他方の基板の配向制御層に接着されており、この接着により、上記一対の基板が互いに貼り合わされていることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示素子。

【請求項9】 上記液晶が強誘電性液晶であることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示素子。

【請求項10】 液晶からなる液晶層を、該液晶層の配向を制御する配向制御層を各々が有し、少なくとも一方が光透過性を有する一対の基板で挟持する構造の液晶表示素子を製造する液晶表示素子の製造方法において、上記一対の基板の少なくとも一方に均一な高さの壁状のスペーサを複数形成する第1工程と、上記スペーサを介して上記一対の基板を貼り合わせる第2工程と、

上記スペーサの長手方向に沿って上記一対の基板間に液晶を注入する第3工程とを含んでいることを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【請求項11】 上記第3工程が、上記配向制御層の配向処理方向と同方向または逆方向に液晶を注入することを特徴とする請求項10に記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項12】 上記第1工程が、上記スペーサを光硬化性樹脂により形成することを特徴とする請求項10に記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項13】 上記第1工程が、上記基板を覆うだけでなく上記スペーサを有する基板においてはさらに上記スペーサを覆うように配向制御層を形成する工程を含み、上記第2工程が、一方の基板上の上記配向制御層におけるスペーサの頂部に位置する部分を他方の基板の配向制御層に直接接着することにより上記一対の基板を貼り合わせることを特徴とする請求項10に記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項14】 上記第1工程が、上記基板を覆うだけでなく上記スペーサを有する基板においてはさらに上記スペーサを覆うように配向制御層を形成する工程と、上記スペーサを覆う配向制御層における上記スペーサの頂部に位置する部分に接着層を形成する工程とを含み、上記第2工程が、上記配向制御層同士を上記接着層を介して接着することにより上記一対の基板を貼り合わせることを特徴とする請求項10に記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項15】 上記第1工程が、上記基板を覆うように配向制御層を形成する工程を含み、その配向制御層上に上記スペーサを形成し、上記第2工程が、上記スペーサの頂部を対向する配向制御層に接着することにより上記一対の基板を貼り合わせることを特徴とする請求項10に記載の液晶表示素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、耐衝撃性に優れかつ良好な表示品位を実現する液晶表示素子に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来の液晶表示素子（液晶セル）は、例えば、図11に示すように、一対の光透過性の基板51・52を有しており、それぞれにストライプ状の電極53…・54…が互いに直交するように設けられている。

【0003】 電極53…は、絶縁膜55および配向膜56により覆われており、各電極53の両側には遮光体57・57が配されている。電極54…は、絶縁膜58および配向膜59により覆われており、各電極54の両側には遮光体57…と同様な遮光体（図示せず）が配されている。

【0004】このように、基板51上に、電極53…、絶縁膜55、配向膜56および遮光体57…が形成されることにより電極基板60が構成される。また、基板52上に、電極54…、絶縁膜58、配向膜59および遮光体が形成されることにより電極基板61が構成される。

【0005】上記の電極基板60・61は、電極53…・54…が形成された面が内側になるように間においてシール剤62にて貼り合わされている。また、その間には、球状のスペーサ63…が配されるとともに、液晶が

封入されることで液晶層64が形成されている。【0006】電極基板60・61間の間隔は、一般に1～20μmであり非常に狭い。このような狭い間隔に液晶を注入するには、一般的に、(1)大気圧下で注入する方法または(2)減圧下で注入する方法が用いられている。

【0007】方法(1)のより具体的な例としては、シール剤62に複数の注入口を設け、大気圧下で毛細管現象を利用して液晶を注入する方法が知られている。この方法では、注入後も間隙内に残る空気が液晶層内に気泡として存在することにより、表示品位が低下することが問題になる。

【0008】一方、方法(2)は、より具体的には、内部が減圧可能な容器に空セルを配置し、電極基板60・61の間隙および雰囲気減圧する第1工程と、空セルを液晶がネマティック相または等方相を示す温度以上に加熱する第2工程と、液晶で注入口を塞ぐ第3工程と、雰囲気を徐々に大気圧に戻す第4工程とからなる。この方法では、第3工程において注入口が液晶で塞がれるので、基板の間隙は、第4工程で雰囲気を大気圧に戻す際にも減圧状態に保たれており、雰囲気との圧力差が生じる。この圧力差によって、液晶が基板の間隙に注入される。

【0009】このように、方法(2)は、減圧によって基板間で液晶を脱泡させるので、方法(1)に比較して気泡の残留が少なく、表示品位の点において優れている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】また、上記従来の注入方法は、以下のような種々の問題点を有している。

【0011】本発明の発明者らが注入方向とラビング方向のなす角度が液晶の配向性に及ぼす影響を調べた結果、画素毎にこの角度が異なると均一な配向が得られないことが判った。

【0012】これに対し、従来の注入方法では、図12(a)および(b)に示すように、液晶65は、注入口66から注入されると、電極基板60・61の間を矢印で示す方向に扇状に広がっていくので、注入方向とラビング方向のなす角度を制御することが困難である。このように、従来の注入方法では、各画素で上記の角度が異

なるので、液晶65の配向の不均一を招来し、表示品位を低下させる可能性がある。

【0013】しかも、図12(a)および(b)に示すようにして注入を行う場合は、注入に要する時間が長くなる。このため、沸点の低い液晶化合物を用いて方法

(2)の注入を行うと、長時間減圧下に置かれた液晶組成物が揮発してしまい、液晶組成物の組成が変化するという問題が生じる。一方、複数の注入口66…が設けられた図12(b)の液晶表示素子において、液晶65は注入口66…に近い側のシール剤62の両隅部近傍に進入していらず、未注入領域67・67が現れる。このように、注入に不良が生じることによっても、表示品位が低下する。

【0014】また、シール剤62による電極基板60・61間の接着力が弱い場合には、注入工程におけるパネルの温度変化、圧力変化および液晶の注入量の影響により、注入前後で電極基板60・61の間隔が変化して、セルギャップが不均一になる。このため、しきい値電圧や配向が均一でなくなり、表示品位の低下を招来する。このように、電極基板60・61間の接着力が弱い場合は、セルギャップを正確に制御することが困難であるという問題がある。

【0015】さらに、液晶材料として近年注目されている強誘電性液晶は、自発分極を有することにより高速応答が可能であるといった優れた性質を持つ反面、分子配向の規則性がより結晶に近い構造を持つ。このため、強誘電性液晶は、外圧により分子配向の規則性が乱されると元の状態に戻りにくい、つまり、衝撃に弱いという問題を有している。

【0016】ところが、図11の液晶表示素子において、スペーサ63…は、電極基板60・61の間に散布されているだけであるので衝撃を緩和する能力が低い。したがって上記の液晶表示素子には、強誘電性液晶を用いることができない。

【0017】本発明は、このような従来技術の問題を解決すべくなされたものであって、良好な表示品位、注入時間の短縮化、基板間隔の均一化および高い耐衝撃性を実現できる液晶表示素子を提供することを目的としている。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に記載の液晶表示素子は、液晶からなる液晶層を、該液晶層に電圧を印加する複数のストライプ状の電極および該液晶層の配向を制御する配向制御層を各々が有し、少なくとも一方が光透過性を有する一対の基板で挟持する構造の液晶表示素子において、上記の課題を解決するために、以下の手段を講じることを特徴としている。

【0019】すなわち、上記液晶表示素子は、上記一対の基板の少なくとも一方に均一な高さの壁状のスペーサが液晶注入方向とほぼ平行となるように複数設けられて

いる。

【0020】上記の構成では、スペーサが液晶注入方向とほぼ平行となるように設けられているので、本液晶表示素子の製造において液晶層を形成するために両基板の間に液晶を注入する際、液晶がスペーサの長手方向に沿って注入される。すなわち、スペーサが形成される方向によって注入方向を制御することが可能になる。これにより、各画素についての注入方向と配向処理方向のなす角度が同じになり、均一な配向を実現することができる。

【0021】また、スペーサにより、液晶の注入前後での両基板間の間隔（セルギャップ）を均一に保つとともに、耐衝撃性を向上させることができる。

【0022】さらに、注入が各スペーサの間で一様に進行するので、液晶の注入されない領域をなくすることができる。しかも、スペーサによって注入領域が多数の細長い領域に分けられるため、各領域に液晶が速やかに進入していくので、注入時間を短縮できる。これにより、減圧下で注入する際に問題となる、液晶組成物の組成変化を抑制することが可能になる。

【0023】請求項1に記載の液晶表示素子は、請求項2に記載のように、上記配向制御層の配向処理方向と同方向または逆方向に液晶が注入されることにより形成されていることが好ましい。

【0024】これにより、注入方向と配向処理方向のなす角度が全画素について一様に最適な状態で液晶が注入されるので、配向の均一性がより向上する。

【0025】請求項1に記載の液晶表示素子は、請求項3に記載のように、上記スペーサが、同一の上記基板上の電極間の領域およびこの領域を上記基板表面に垂直な方向に投影した領域に配され、かつ光学的な等方性を有することが好ましい。

【0026】これにより、スペーサが画素領域外に形成されるので、画素領域内部にスペーサが形成される構造と比較して、スペーサの近傍における配向欠陥、液晶分子のスイッチングの不均一化、開口率の低下といった問題が生じない。また、スペーサは、光学的に等方性であるので、クロスニコル下で消光し、ブラックマトリックスとしても機能する。

【0027】なお、スペーサは全ての電極間についての上記の領域または一部の電極間についての上記の領域に形成される。

【0028】請求項1に記載の液晶表示素子は、請求項4に記載のように、上記液晶を注入するための注入口が、上記スペーサの幅方向に対する表示領域の幅と同じかあるいは長い幅に形成されていることが好ましい。

【0029】液晶表示素子の側面に複数の注入口を設けた場合、図12(b)に示すように、液晶が各注入口から波紋状（不均一に）に広がっていくため、注入口から全てのスペーサ間に液晶を均一に進入させるために、各

注入口から各スペーサまでである一定の距離を設ける必要がある。そのため、注入口から離れた位置でスペーサが形成されると、注入口とスペーサとの間のスペーサのない領域では、耐衝撃性およびセルギャップの均一性を向上させることが困難である。

【0030】これに対し、上記の構成では、注入口の幅が上記スペーサの幅方向に対する表示領域の幅と同じかあるいは長いので、注入口から各スペーサには均等に液晶が進入していく。それゆえ、注入口から距離差をおかずにスペーサを形成することができる。しかも、注入口が広いので、液晶を短時間で注入することができる。

【0031】請求項1に記載の液晶表示素子は、請求項5に記載のように、上記スペーサが光硬化性樹脂からなることが好ましい。

【0032】スペーサを、例えば、有機または無機材料を用いて形成する場合、その材料を所定の膜厚に形成し、さらにその上にレジスト膜を形成した後にマスクを介して露光する方法が採られる。これに対し、感光性ポリイミドや感光性アクリル樹脂のような感光性有機樹脂を光硬化性樹脂として用いてスペーサを形成すると、レジスト膜が不要になる。

【0033】請求項1に記載の液晶表示素子は、上記スペーサを有する基板における配向制御層が、請求項6に記載のように、上記スペーサよりも上層に設けられるとともに、スペーサの頂部に位置する部分で他方の基板における配向制御層に直接接着されており、この接着により、上記一対の基板が互いに貼り合わされていることが好ましい。

【0034】このように、両基板が配向制御層すなわち同種素材からなる層同士の直接の接着により貼り合わされているので、異種素材の接着時において生じる不都合を回避することができる。その不都合とは、具体的には、必要以上の加熱や加圧に起因するいずれか一方の素材の変形や、加熱や加圧の不足に起因する接着強度の不足などの接着不良が挙げられる。

【0035】また、配向制御層がスペーサの形成後に形成される構造であるので、スペーサの形成工程が配向制御層に汚染、変質、破壊といった影響を及ぼすことがなく、良好な配向が得られる。

【0036】さらに、配向制御層のみが軟化した状態で互いに接着されておればよいので、スペーサを軟化させる必要がない。それゆえ、形成後のスペーサを完全に硬化した状態に維持でき、セルギャップを正確に制御することができる。

【0037】請求項1に記載の液晶表示素子は、上記スペーサを有する基板における配向制御層が、請求項7に記載のように、上記スペーサよりも上層に設けられるとともに、スペーサの頂部に位置する部分で他方の基板における配向制御層に接着層を介して接着されており、この接着により、上記一対の基板が互いに貼り合わされて

いることが好ましい。

【0038】このように、接着層を介して配向制御層同士を接着することにより、配向制御層を軟化させる必要がない。それゆえ、配向制御層の配向効果が損なわれることはない。

【0039】請求項1に記載の液晶表示素子は、上記スペーサが、請求項8に記載のように、一方の基板において配向制御層よりも上層に設けられるとともに、その頂部で他方の基板の配向制御層に接着されており、この接着により、上記一対の基板が互いに貼り合わされていることが好ましい。

【0040】例えば、可溶性ポリイミドのようにすでにイミド化がある程度完了している材料を用いて配向制御層が形成されている場合、配向制御層同士の接着強度は非常に低い。これに対し、スペーサが配向制御層に接着される構造では、配向制御層が可溶性ポリイミドで形成されていても、両者の接着強度を高めることができる。

【0041】請求項1に記載の液晶表示素子は、請求項9に記載のように、上記液晶が強誘電性液晶であることが好ましい。つまり、前述のように、請求項1に記載の液晶表示素子では、耐衝撃性が優れているので、衝撃に弱い強誘電性液晶を用いても、衝撃により強誘電性液晶の配向が損なわれることはない。

【0042】本発明の請求項10に記載の液晶表示素子の製造方法は、液晶からなる液晶層を、該液晶層の配向を制御する配向制御層を各々が有し、少なくとも一方が光透過性を有する一対の基板で挟持する構造の液晶表示素子を製造する液晶表示素子の製造方法において、上記の課題を解決するために、以下の手段を講じていることを特徴としている。

【0043】すなわち、上記液晶表示素子の製造方法は、上記一対の基板の少なくとも一方に均一な高さの壁状のスペーサを複数形成する第1工程と、上記スペーサを介して上記一対の基板を貼り合わせる第2工程と、上記スペーサの長手方向に沿って上記一対の基板間に液晶を注入する第3工程とを含んでいる。

【0044】上記の製造方法では、第2工程でスペーサが上記電極と平行になるように形成されるので、第4工程では、液晶がスペーサの長手方向に沿って注入されると、液晶の基板間を進入していく方向がスペーサによって一定に制御される。これにより、各画素についての注入方向とラビング方向のなす角度が同じになり、均一な配向を実現することができる。

【0045】また、スペーサにより、液晶の注入前後でセルギャップを均一に保つとともに、耐衝撃性を向上させることができる。

【0046】さらに、注入が各スペーサの間で一様に進行するので、液晶の注入されない領域をなくすることができる。しかも、スペーサによって注入領域が多数の細長い領域に分けられるため、各領域に液晶が速やかに進入

していき、注入時間が短縮できる。これにより、減圧下で注入する際に問題となる、液晶組成物の組成変化を抑制することが可能になる。

【0047】本発明の請求項10に記載の液晶表示素子の製造方法は、請求項11に記載のように、上記第3工程が、上記配向制御層の配向処理方向と同方向または逆方向に液晶を注入することが好ましい。

【0048】これにより、注入方向と配向処理方向のなす角度が全画素について一様に最適な状態で液晶が注入されるので、配向の均一性がより向上する。

【0049】本発明の請求項10に記載の液晶表示素子の製造方法は、請求項12に記載のように上記第1工程が、上記スペーサを光硬化性樹脂により形成することが好ましい。

【0050】感光性ポリイミドや感光性アクリル樹脂のような感光性有機樹脂を光硬化性樹脂として用いてスペーサを形成すると、有機または無機材料を用いてスペーサを形成する場合に必要であったレジスト膜が不要になる。

【0051】本発明の請求項10に記載の液晶表示素子の製造方法は、請求項13に記載のように、上記第1工程が、上記基板を覆うだけでなく上記スペーサを有する基板においてはさらに上記スペーサを覆うように配向制御層を形成する工程を含み、上記第2工程が、一方の基板上の上記配向制御層におけるスペーサの頂部に位置する部分を他方の基板上の配向制御層に直接接着することにより上記一対の基板を貼り合わせることが好ましい。

【0052】このように、第2の工程において、両基板が配向制御層すなわち同種素材からなる層同士の直接の接着により貼り合わされるので、異種素材の接着時に生じる接着不良を回避することができる。また、配向制御層がスペーサの形成後に形成されるので、配向制御層がスペーサの形成により汚染、変質、破壊といったダメージを受けることがなく、良好な配向が得られる。また、第2工程では、配向制御層のみを軟化させて配向制御層同士を互いに接着すればよいので、スペーサを完全に硬化した状態に維持することができる。

【0053】本発明の請求項10に記載の液晶表示素子の製造方法は、請求項14に記載のように、上記第1工程が、上記基板を覆うだけでなく上記スペーサを有する基板においてはさらに上記スペーサを覆うように配向制御層を形成する工程と、上記スペーサを覆う配向制御層における上記スペーサの頂部に位置する部分に接着層を形成する工程とを含み、上記第2工程が、上記配向制御層同士を上記接着層を介して接着することにより上記一対の基板を貼り合わせることが好ましい。このように、第2の工程では、接着層を介して配向制御層同士を接着することにより、配向制御層を軟化させる必要がない。しかも、請求項13の製造方法と同様、スペーサを完全に軟化させずに配向制御層を接着することができる。

【0054】本発明の請求項10に記載の液晶表示素子の製造方法は、請求項15に記載のように、上記第1工程が、上記基板を覆うように配向制御層を形成する工程を含み、その配向制御層上に上記スペーサを形成し、上記第2工程が、上記スペーサの頂部を対向する配向制御層に接着することにより上記一対の基板を貼り合わせる

ことが好ましい。  
【0055】このように、第2工程において、スペーサが配向制御層に接着されることにより、可溶性ポリイミドで形成された配向制御層同士の接着に比べて、接着強度を高めることができる。

【0056】

【発明の実施の形態】本発明の実施の一形態に係る液晶表示素子について、第1ないし第3の液晶セルを例に挙げて図1ないし図10に基づいて説明すれば、以下の通りである。なお、第1ないし第3の液晶セルに共通する構成要素については、同一の符号を付記する。

【0057】〔第1の液晶セル〕第1の液晶セルは、図6に示すように、絶縁性の基板1・2を備えており、これらの基板1・2は対向して配されている。基板1・2は、ガラス、プラスチック、シリコンなどからなり、少なくとも一方は透明材料からなっている。

【0058】基板1・2上には、ストライプ状の電極3…・4…が形成されている。電極3…と電極4…とは互いに直角に交差するように配されており、交差するそれぞれの領域が画素を構成している。電極3…・4…としては、一般にITO(indiumtin oxide)からなる透明電極が適しているが、その他の金属からなる透明電極を用いてもよい。

【0059】また、基板1上には、各電極3の両側に沿うように遮光体5・5が形成されている。遮光体5は、電極3の両側で光を遮断するようになっており、Cr、Mo、Alなどの金属や、不透明な有機樹脂により形成されている。一方、基板2上にも、遮光体5と同一の材料からなる遮光体(図示せず)が、各電極4の両側に沿うように形成されている。

【0060】さらに、基板1上には、電極3…および遮光体5…を覆うように、絶縁膜6が形成されている。一方、基板2上にも、電極4…および遮光体を覆うように、絶縁膜7が形成されている。絶縁膜6上には、複数のスペーサ8…および配向制御層としての配向膜9が形成される一方、絶縁膜7上には、配向制御層としての配向膜10が形成されている。配向膜9・10には、ラビングによる配向処理が施されており、基板1・2が貼り合わされた状態では、両者の配向処理方向が一致している。

【0061】スペーサ8…は、電極3…の間の領域およびその領域を基板1の表面に垂直な方向に投影した領域に、電極3と平行に延びる壁状に切れ目なく形成されている。スペーサ8…を形成する位置は、上記の位置に限

定されないが、表示品位を低下させないためには、上記のように、画素の構成要素である電極3…の上方の領域外であることが望ましい。また、スペーサ8の材料としては、感光性ポリイミド、感光性アクリル樹脂などの光硬化性樹脂や、ポリイミド、アクリル樹脂などの有機樹脂や、Cr、Mo、Alなどの金属が用いられる。

【0062】加えて、スペーサ8…は、光学的に等方性であって、クロスニコル下で消光するようになっている。スペーサ8…がクロスニコル下で消光するには、スペーサ8…が屈折率に異方性のない材料で形成され、かつスペーサ8…の頂部における配向膜9・10の間に液晶が介在されないことが必要である。

【0063】配向膜9は、スペーサ8…の表面および絶縁膜6におけるスペーサ8…の間の表面を覆うように積層されている。

【0064】上記の基板1、電極3…、遮光体5…、絶縁膜6、スペーサ8…および配向膜9により電極基板11が構成されている。一方、上記の基板2、電極4…、遮光体、絶縁膜7および配向膜10により電極基板12が構成されている。

【0065】電極基板11・12は、外周部がシール剤により貼り合わされており、その隙間に液晶が満たされて液晶層13が形成されている。また、電極基板11・12は、多数の凸形状をなすように形成された配向膜9の各頂部が配向膜10と接着されることによっても貼り合わされており、強固に結合されている。

【0066】なお、スペーサ8…を介した配向膜9・10同士の貼り合わせにより電極基板11・12の外周部が十分シールされる場合は、シール剤で電極基板11・12を貼り合わせる必要はない。

【0067】液晶層13を形成する液晶として、強誘電性液晶組成物が用いられている。強誘電性液晶は、高速応答、メモリ性などの優れた特性を有することから、大容量かつ高精細の表示を実現することが可能である。

【0068】また、電極基板11・12は、図6において示さないが、電極3…・4…が形成されていない表面に偏光板が形成されている。偏光板は、それぞれの偏光軸が互いに直交する(クロスニコルとなる)ように配されている。

【0069】上記のように構成される第1の液晶セルは、以下の手順により作製される。

【0070】まず、基板1の表面にモリブデン(Mo)などの金属または不透明な有機樹脂により厚さ100nm程度の膜を形成し、この膜をフォトリソグラフィによってパターニングする。これにより、図7(a)に示すように、所定のパターンの遮光体5…が形成される。なお、遮光体5…が不要な場合は、この工程が省かれる。

【0071】次に、この上に、スパッタリング法により厚さ100nm程度のITOを成膜し、これをフォトリ

ソグラフィーによってパターンニングする。この結果、図7(b)に示すように、各電極3の両側に沿って遮光体5・5が位置するように電極3…が形成される。

【0072】また、この上に、 $\text{SiO}_2$ をスピンコート法により塗布し、図7(c)に示すように、平坦な表面を有する絶縁膜6を形成する。なお、絶縁膜6が不要な場合は、この工程が省かれる。また、この工程は、後述するスペーサ8…の形成後に行ってもよい。

【0073】続いて、絶縁膜6上に、例えば東京応化工業製のOMR-83などのネガ型感光性樹脂を、焼成後の膜厚が $1.5\mu\text{m}$ になるようにスピンコート法により塗布する。そして、上記の感光性樹脂における、スペーサ8…が形成されるべき前述の領域にフォトマスクを介して紫外線を照射して非露光部を除去した後、約 $145^\circ\text{C}$ で30分の本焼成を行う。これにより、図7(d)に示すように、均一な高さのスペーサ8…が形成される。

【0074】さらに、チッソ社製のPSI-A-2101(ポリアミドカルボン酸)を $50\text{nm}$ の膜厚になるように塗布し、約 $180^\circ\text{C}$ で1時間の仮焼成を行った後、表面にラビング処理を施す。この結果、図7(e)に示すように配向膜9が形成される。

【0075】電極基板11は、以上のようにして作製される。また、電極基板12は、スペーサ8…の形成工程を除いて、電極基板11と同様にして作製される。具体的には、基板2の上に、図7(a)ないし(c)の工程と同様の工程によって、電極4…、遮光体および絶縁膜7を順次形成し、この絶縁膜7の上に図7(e)の工程と同様の工程によって配向膜10を形成する。

【0076】このようにして作製された電極基板11・12を、配向膜9・10に施されたラビング方向が同一になるように対向させて、約 $200^\circ\text{C}$ で1時間、 $0.6\text{kgf}/\text{cm}^2$ の圧力を加えることによって、配向膜9・10を接着させる。そして、電極基板11・12の間に液晶をスペーサ8…の長手方向に注入することにより液晶層13を形成し、さらに偏光板を形成することにより液晶セルが完成する。

【0077】なお、ここでは、電極基板11にのみスペーサ8…を設けた構成について説明したが、本発明は、このような構成にのみ限定されない。例えば、必要とされるスペーサ8…を電極基板11・12の両方に分散して設け、一方の電極基板のスペーサ上に形成された配向膜を他方の電極基板における配向膜のスペーサが形成されていない領域に接着することにより、電極基板11・12を貼り合わせてもよい。

【0078】〔第2の液晶セル〕第2の液晶セルは、図8に示すように、電極基板21・12を備え、これらが貼り合わされ、その間隙に液晶層13が形成されてなっている。電極基板21は、第1の液晶セルが有する電極基板11に接着層22が付加されている。接着層22は、配向膜9の各頂部に形成されており、この接着層2

2により電極基板21・12が貼り合わされている。

【0079】第2の液晶セルは、以下の手順により作製される。

【0080】まず、図7(a)ないし(e)に示す工程により、電極基板11と同じ構成の電極基板を作製する。次に、配向膜9の各頂部にスタンプ法、フィルム転写法などによって接着剤を転写して接着層22を形成する。ここで用いる接着剤としては、例えばエポキシ樹脂や熱可塑性樹脂が用いられる。

【0081】電極基板21は、このようにして作製される一方、電極基板12については、第1の液晶セルにおける電極基板12と同様にして作製される。次に、これらの電極基板21・12を、配向膜9・10に施されたラビング方向が同一になるように対向させて、室温で1時間、 $0.6\text{kgf}/\text{cm}^2$ の圧力を加えることによって、接着層22と配向膜10とを接着させる。そして、電極基板21・12の間隙に液晶をスペーサ8…の長手方向に注入することにより液晶層13を形成して、さらに偏光板を形成することにより液晶セルが完成する。

【0082】〔第3の液晶セル〕第3の液晶セルは、図9に示すように、電極基板31・12を備え、これらが貼り合わされ、その間隙に液晶層13が形成されてなっている。電極基板31は、絶縁膜6上に、電極基板12が有する配向膜10と同様に平坦に形成された配向膜32を有している。電極基板31におけるスペーサ8…は、電極3…の間の領域およびその領域を基板1の表面に垂直な方向に投影した領域における配向膜32上に形成されている。また、電極基板31・12は、スペーサ8…により貼り合わされている。

【0083】上記のように構成される第3の液晶セルは、以下の手順により作製される。

【0084】まず、図7(a)ないし(c)に示す工程により、基板1上に、電極3…、遮光体5…、絶縁膜6を順次形成する。次いで、チッソ社製のPSI-A-2101を $50\text{nm}$ の膜厚になるように塗布し、約 $200^\circ\text{C}$ で1時間の焼成を行った後、表面にラビング処理を施す。この結果、絶縁膜6上に平坦な配向膜32が形成される。なお、ラビング処理は、スペーサ8…の形成後に行うことも可能である。

【0085】続いて、配向膜32上に、例えば東京応化工業製のOMR-83などのネガ型感光性樹脂を、焼成後の膜厚が $1.5\mu\text{m}$ になるようにスピンコート法により塗布する。そして、上記の感光性樹脂における、スペーサ8…が形成されるべき前述の領域にフォトマスクを介して紫外線を照射して非露光部を除去した後、約 $145^\circ\text{C}$ で30分の本焼成を行う。これにより、図9に示すように、配向膜32上にスペーサ8…が形成される。

【0086】電極基板31は、以上のようにして作製される。また、電極基板12については、第1の液晶セルにおける電極基板12と同様にして作製される。次に、



これらの電極基板31・12を、配向膜32・10に施されたラビング方向が同一になるように対向させて、約200℃で1時間、0.6kgf/cm<sup>2</sup>の圧力を加えることによって、スペーサ8…と配向膜10とを接着させる。このとき、貼り合わせ条件（温度および圧力）を適宜選択することにより、スペーサ8…の材料によらず、電極基板31・12の接着強度をある程度高めることができる。

【0087】そして、電極基板31・12の間隙に液晶をスペーサ8…の長手方向に注入することにより液晶層13を形成して、さらに偏光板を形成することにより液晶セルが完成する。

【0088】以上のように、第1ないし第3の液晶セルにおけるスペーサ8…は、それぞれ図6、図8および図9から明らかなように、配向膜9もしくは接着層22を介して、または直接に電極基板2における配向膜10と強固に接着されている。それゆえ、液晶の注入は、スペーサ8…により規制され、一定方向に進行していく。その結果、注入方向とラビング方向のなす角度が画素毎にほぼ一定になるので、良好な表示品位が得られる。

【0089】また、壁状に形成されたスペーサ8…が電極基板11、21または31と電極基板12との間に介装されることにより、対向する両電極基板の間隔を均一に保持することができるとともに、耐衝撃性を向上させることができる。

【0090】さらに、スペーサ8…は、光学的に等方性であるので、クロスニコル下で消光する。このように、スペーサ8…は、ブラックマトリックスとしても機能するので、画素領域以外の部分における電極3…間で光を遮断する。それゆえ、コントラストを向上させることができる。

【0091】そして、第1ないし第3の液晶セルは、前述のように構成されることにより、それぞれ次の利点を備える。

【0092】第1の液晶セルは、スペーサ8…を形成した後に配向膜9を形成する工程を経て作製されるので、スペーサ8…の形成工程が配向膜9の汚染、変質、破壊などを招来することがなく、均一な配向を得ることができる。また、第2の液晶セルは、接着層22を備えているので、電極基板21・12が第1の液晶セルに比べてより高い接着強度で貼り合わされる。さらに、配向膜10の接着強度が低い場合には、第3の液晶セルのように、スペーサ8…と配向膜32・10とを接着させることにより、電極基板31・12を高強度で接着することができる。

【0093】〔液晶注入〕ここで、前記の第1ないし第3の液晶セルにおける液晶の注入方法およびこの注入方法に適したスペーサ構造について説明する。なお、以下の説明では、スペーサ8…を有する電極基板について、便宜上、第1の液晶セルにおける電極基板11を用

いる。

【0094】図1(a)に示す液晶セルでは、電極基板11・12は、長方形をなしており、それぞれの長辺が互いに直交するように対向している。スペーサ8…は、電極基板11の長辺と平行にストライプ状に形成されている。

【0095】本液晶セルの表示領域42は、電極基板11・12が対向する領域すなわち液晶が注入される領域内に形成されている。図1(a)または図2(a)に示すように、電極基板11・12の間には、少なくとも表示領域42において一定の間隔が保持されるようにスペーサ8…が設けられている。

【0096】また、本液晶セルには、電極基板11の一方の短い方の端縁側から液晶が注入されるように、電極基板12の長い方の端縁に沿って、注入口41が設けられている。注入口41は、スペーサ8…の長手方向に直交する方向の表示領域42の幅d<sub>2</sub>と同じかまたは長くなる幅d<sub>1</sub>に形成されている。

【0097】上記の液晶セルでは、注入口41からスペーサ8…の長手方向に沿って液晶を注入しており、注入方向がラビング方向と一致している。このように、液晶がスペーサ8…の長手方向に沿って注入されるので、各画素における注入方向が様になり、これによって液晶を均一に配向させることができる。

【0098】また、液晶の注入される領域がスペーサ8…によって細長い領域に区分されているため、毛管現象により各領域で速やかに液晶が進入していき、短時間で注入することができる。したがって、減圧下での注入の際、液晶組成物が長時間減圧下におかれることがなく、液晶組成物の組成変化が抑制される。しかも、注入が上記の細長い領域間で均等に進行していくので、本来液晶が注入されるべき領域全てに液晶が注入される。

【0099】例えば、上記の液晶セルに注入する液晶としてメルク社製の強誘電性液晶組成物(SCE8)を用いた場合、図1(b)および(c)に示すように、液晶43は、スペーサ8…の長手方向に沿って注入されている。スペーサ8…が注入を阻害しないことが観察された。

【0100】また、隣り合うスペーサ8・8の間の領域での注入が均等に進行していく様子も観察された。これは、注入口41の幅d<sub>1</sub>が表示領域42の幅d<sub>2</sub>と同じかまたは長いことにより、液晶43が注入口41から各スペーサ8に達するまでの時間差が殆どないからである。それゆえ、短時間で効率よく注入が行われ、かつ注入に不良が生じることはなかった。しかも、液晶43が注入口41から均等に各スペーサ8に達するので、注入口41から距離をおかずにはスペーサ8…を設けることができる。それゆえ、注入口41の付近においても液晶セルの耐衝撃性を向上させることができる。

【0101】上記の液晶セルを150mm×150mm

サイズで作製し、その液晶セルで注入を行ったところ、注入に2時間を要した。セルギャップは注入前後で変化は見られず、その均一性は注入後で $1.5 \pm 0.2 \mu\text{m}$ であった。さらに、この液晶セルを $2 \text{ kgf/cm}^2$ で加圧しても、配向欠陥の発生は見られなかった。

【0102】さらに、電極基板11・12は、壁状のスペーサ8…によって均一な間隔を保って互いに貼り合わされている。これにより、その間隔（セルギャップ）を従来よりもさらに高い精度で均一化できるとともに、電極基板11・12同士を強固に接着させることができ、耐衝撃性を向上させることができ、衝撃に弱い強誘電性液晶を用いても配向が損なわれることはない。

【0103】なお、良好な配向の点から、注入方向とラビング方向のなす角度は、図1(a)または図2(a)の液晶セルのように、0度（同一方向）または180度（逆方向）であることが好ましい。これに対して、図2(b)に示す液晶セルでは、注入方向がラビング方向となす角度が $45^\circ$ である。このように、注入方向とラビング方向とが平行でない場合は、配向欠陥が発生しやすい。したがって、図2(b)に示す液晶セルに比べて、図1(a)および図2(a)の液晶セルにおける配向の方が良好である。

【0104】続いて、他の態様の液晶セルについて説明する。

【0105】例えば、図3に示す液晶セルでは、注入口41側を除いて三方を取り囲むようにスペーサ8…が形成されている。このような構造において、減圧注入法で注入を行えば、注入口41側とその反対側とで圧力差が生じるので、より早く注入が進行する。また、減圧注入法を用いるので、気泡が残留せず、かつ注入の不良な領域がなくなるので、良好な表示品位が得られる。これに対し、図1(a)の液晶セルにおけるスペーサ8…の構造において、スペーサ8…の注入口41から遠い方の端部側にシール剤や封止剤を塗布するなどして三方を取り囲むようにしても、上記と同様に圧力差を生じさせることにより、注入時間を短縮することができる。

【0106】また、図4(a)および(b)に示す液晶セルでは、表示領域42外にもストライプ状にスペーサ8…が形成されている。具体的には、図4(a)に示す液晶セルでは、スペーサ8…は、電極基板12の短辺と同じ長さで、かつ電極基板12をはみ出ないように形成されている。一方、図4(b)に示す液晶セルでは、スペーサ8…は、電極基板12の短辺より長く、その両端が電極基板12から若干はみ出すように形成されている。これにより、表示領域42だけでなく、液晶の注入された領域全体で、セルギャップが均一化されるとともに、高い耐衝撃性が現れるようになる。それゆえ、良好な表示品位が得られる。

【0107】さらに、図5に示す液晶セルでは、スペー

サ8…が、画素領域すなわち電極3…と電極4…とが交差する領域を避けるように配されている。これにより、画素領域の透光性がスペーサ8…により低下することがなく、表示品位が低下することはない。

【0108】【比較例1】本実施の形態に係る液晶セルに対する比較例として図11に示した液晶セルを作製した。

【0109】この液晶セルの作製においては、配向膜56上に球状のスペーサ63…を散布し、シール剤62で電極基板60・61を貼り合わせる。このようにして作製された液晶セルにおいて、図12(b)に示すように、液晶65は注入口から電極基板60・61の間に扇状に広がっていった。この結果、注入方向とラビング方向のなす角度が各画素毎で異なった。また、液晶65の注入されない未注入領域67・67が確認された。

【0110】上記の液晶セルを $150 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$ サイズで作製し、その液晶セルで注入を行ったところ、注入に5時間を要した。セルギャップは注入前後で大きく変化しており、その均一性は注入後で $1.5 \pm 0.5 \mu\text{m}$ であった。また、この液晶セルを $0.5 \text{ kgf/cm}^2$ で加圧すると、配向欠陥が発生した。

【0111】【比較例2】本比較例では、図10(a)および(b)に示すように、図1(a)に示す液晶セルとスペーサ8…の形成方向が異なった液晶セルを作製した。図10(a)に示す液晶セルでは、スペーサ8…の長手方向がラビング方向に対して傾斜しており、図10(b)に示す液晶セルでは、スペーサ8…の長手方向がラビング方向と直交している。このような液晶セルにおいて、ラビング方向と同じ方向から液晶41を注入すると、スペーサ8…により円滑な液晶の注入が妨げられ、その結果、液晶43が進入しなかった非注入領域44…が残った。

【0112】以上のように、本実施の形態に係る液晶セルは、従来の方法によって作製された液晶セルに比べて、配向性、セルギャップの均一性および耐衝撃性において優れていることが判った。

【0113】

【発明の効果】以上のように、本発明の請求項1に記載の液晶表示素子は、一対の基板の少なくとも一方に均一な高さの壁状のスペーサが液晶注入方向とほぼ平行となるように複数設けられている構成である。

【0114】これにより、本液晶表示素子の製造において液晶層を形成するために両基板の間に液晶を注入する際、スペーサが形成される方向によって注入方向を制御することが可能になる。これにより、各画素についての注入方向と配向処理方向のなす角度が同じになり、均一な配向を実現することができる。また、スペーサにより、液晶の注入前後でのセルギャップを均一に保つとともに、耐衝撃性を向上させることができる。さらに、注入が各スペーサの間で一様に進行するので、液晶の注入

されない領域をなくすことができる。しかも、スペーサによって形成される多数の細長い領域に液晶が速やかに進入していくので、注入時間を短縮できる。これにより、減圧下で注入する際に問題となる、液晶組成物の組成変化を抑制することが可能になる。

【0115】このように、注入方向をスペーサで制御することにより、信頼性の高い液晶表示素子を提供することができるという効果を奏する。

【0116】本発明の請求項2に記載の液晶表示素子は、請求項1に記載の液晶表示素子において、上記液晶層が、上記配向制御層の配向処理方向と同方向または逆方向に液晶が注入される構成である。

【0117】これにより、注入方向と配向処理方向のなす角度が全画面について一様に最適な状態で液晶が注入されるので、配向の均一性がより向上する。したがって、請求項1の液晶表示素子が奏する効果に加え、より表示品位を向上させることができるという効果を奏する。

【0118】本発明の請求項3に記載の液晶表示素子は、請求項1に記載の液晶表示素子において、上記スペーサが、同一の上記基板上の電極間の領域およびこの領域を上記基板表面に垂直な方向に投影した領域に配され、かつ光学的な等方性を有する構成である。

【0119】これにより、スペーサは画素領域外に形成されるので、スペーサの近傍における配向欠陥、液晶分子のスイッチングの不均一化、開口率の低下といった問題が生じない。また、スペーサは、光学的に等方性であるので、クロスニコル下で消光し、ブラックマトリックスとしても機能する。したがって、請求項1の液晶表示素子が奏する効果に加え、スペーサが画素領域以外の部分を遮光することにより、コントラストを向上させることができるという効果を奏する。

【0120】本発明の請求項4に記載の液晶表示素子は、請求項1に記載の液晶表示素子において、上記液晶を注入するための注入口が、上記スペーサの幅方向に対する表示領域の幅と同じかあるいは長い幅に形成されている構成である。

【0121】これにより、注入口から各スペーサには均等に液晶が進入していくので、注入口から距離差をおかずにスペーサを形成することができる。しかも、注入口が広いので、短時間での注入が可能になる。したがって、請求項1の液晶表示素子が奏する効果に加え、注入口付近のセルギャップの均一性および耐衝撃性を向上させるとともに、注入に要する時間を短縮することができるという効果を奏する。

【0122】本発明の請求項5に記載の液晶表示素子は、請求項1に記載の液晶表示素子において、上記スペーサが光硬化性樹脂からなる構成である。

【0123】これにより、光硬化性樹脂によりスペーサを形成すれば、レジスト膜が不要になる。したがって、

請求項1の液晶表示素子が奏する効果に加え、製造工程の簡略化および製造コストの低減を図ることができるという効果を奏する。

【0124】本発明の請求項6に記載の液晶表示素子は、請求項1に記載の液晶表示素子において、上記スペーサを有する基板上の配向制御層が、上記スペーサよりも上層に設けられるとともに、スペーサの頂部に位置する部分で他方の基板における配向制御層に直接接着されており、この接着により、上記一対の基板が互いに貼り合わされている構成である。

【0125】このように、両基板が配向制御層すなわち同種素材からなる層同士の間で直接の接着により貼り合わされているので、異種素材の接着時において生じる接着不良を回避することができる。また、配向制御層は、スペーサの形成後に形成される構造であるので、スペーサの形成工程により配向制御層に汚染、変質、破壊といったダメージを受けることがない。さらに、配向制御層のみが軟化した状態で互いに接着されておればよいので、スペーサを軟化させる必要がない。したがって、請求項1の液晶表示素子が奏する効果に加え、製造工程において、基板の接着性、配向制御層の配向、セルギャップの均一性および耐衝撃性を良好に維持することができるという効果を奏する。

【0126】本発明の請求項7に記載の液晶表示素子は、請求項1に記載の液晶表示素子において、上記スペーサを有する基板上の配向制御層が、上記スペーサよりも上層に設けられるとともに、スペーサの頂部に位置する部分で他方の基板における配向制御層に接着層を介して接着されており、この接着により、上記一対の基板が互いに貼り合わされている構成である。

【0127】これにより、接着層を介して配向制御層同士を接着するので、配向制御層を軟化させる必要がない。それゆえ、配向制御層の配向効果が損なわれることはない。また、請求項6に記載の液晶表示素子と同様、配向制御層の接着においてスペーサを軟化させる必要がない。したがって、請求項1の液晶表示素子が奏する効果に加え、製造工程において、配向制御層の配向効果、セルギャップの均一性および耐衝撃性を良好に維持することができるという効果を奏する。

【0128】本発明の請求項8に記載の液晶表示素子は、請求項1に記載の液晶表示素子において、上記スペーサが、一方の基板において配向制御層よりも上層に設けられるとともに、その頂部で他方の基板の配向制御層に接着されており、この接着により、上記一対の基板が互いに貼り合わされている構成である。

【0129】これにより、配向制御層が可溶性ポリイミドで形成されていても、両者の接着強度を高めることができる。したがって、請求項1の液晶表示素子が奏する効果に加え、配向制御層を形成する材料によらず、セルギャップの均一化および耐衝撃性を高度に維持すること

ができるという効果を奏する。

【0130】本発明の請求項9に記載の液晶表示素子は、耐衝撃性に優れた請求項1に記載の液晶表示素子において、上記液晶層が強誘電性液晶からなるので、衝撃に弱い強誘電性液晶を用いても、衝撃により強誘電性液晶の配向が損なわれることはない。したがって、強誘電性液晶の優れた特性を活用することができ、大容量かつ高精細な表示を容易に実現することができるという効果を奏する。

【0131】本発明の請求項10に記載の液晶表示素子の製造方法は、一対の基板の少なくとも一方に均一な高さの壁状のスペーサを複数形成する第1工程と、上記スペーサを介して上記一対の基板を貼り合わせる第2工程と、上記スペーサの長手方向に沿って上記一対の基板間に液晶を注入する第3工程とを含んでいる方法である。

【0132】これにより、スペーサが上記電極と平行になるように形成されるので、第4工程では、液晶の注入方向がスペーサによって一定に制御される。これにより、各画素についての注入方向とラビング方向のなす角度が同じになり、均一な配向を実現することができる。また、スペーサにより、液晶の注入前後でセルギャップを均一に保つとともに、耐衝撃性を向上させることができる。さらに、スペーサによって形成された多数の細長い領域において、注入が一樣かつ速やかに進行するので、液晶の注入されない領域をなくすとともに、注入時間を短縮することができる。しかも、短時間での注入により、減圧下で注入する際に問題となる、液晶組成物の組成変化を抑制することが可能になる。

【0133】このように、注入方向をスペーサで制御することにより、信頼性の高い液晶表示素子を提供することができるという効果を奏する。

【0134】本発明の請求項11に記載の液晶表示素子の製造方法は、請求項10に記載の製造方法において、上記第3工程が、上記配向制御層の配向処理方向と同方向または逆方向に液晶を注入する方法である。

【0135】これにより、注入方向と配向処理方向のなす角度が全画素について一様に最適な状態で液晶が注入されるので、配向の均一性がより向上する。したがって、請求項10の製造方法が奏する効果に加え、より表示品位を向上させることができるという効果を奏する。

【0136】本発明の請求項12に記載の液晶表示素子の製造方法は、請求項10に記載の製造方法において、上記第1工程が、上記スペーサを光硬化性樹脂により形成するので、有機または無機材料を用いてスペーサを形成する場合に必要であったレジスト膜が不要になる。したがって、請求項10の製造方法が奏する効果に加え、製造工程の簡略化および製造コストの低減を図ることができるという効果を奏する。

【0137】本発明の請求項13に記載の液晶表示素子の製造方法は、請求項10に記載の製造方法において、

上記第1工程が、上記基板を覆うだけでなく上記スペーサを有する基板においてはさらに上記スペーサを覆うように配向制御層を形成する工程を含み、上記第2工程が、一方の基板上の上記配向制御層におけるスペーサの頂部に位置する部分を他方の基板上の配向制御層に直接接着することにより上記一対の基板を貼り合わせる方法である。

【0138】これにより、両基板が配向制御層すなわち同種素材からなる層同士の直接の接着により貼り合わされるので、異種素材の接着時において生じる接着不良を回避することができる。また、配向制御層がスペーサの形成後に形成されるので、配向制御層がスペーサの形成により汚染、変質、破壊といったダメージを受けることがない。また、配向制御層のみを軟化させて配向制御層同士を互いに接着すればよいので、スペーサを完全に軟化させる必要がない。したがって、請求項10の製造方法が奏する効果に加え、製造工程において、基板の接着性、配向制御層の配向、セルギャップの均一性および耐衝撃性を良好に維持することができるという効果を奏する。

【0139】本発明の請求項14に記載の液晶表示素子の製造方法は、請求項10に記載の製造方法において、上記第1工程が、上記基板を覆うだけでなく上記スペーサを有する基板においてはさらに上記スペーサを覆うように配向制御層を形成する工程と、上記スペーサを覆う配向制御層における上記スペーサの頂部に位置する部分に接着層を形成する工程とを含み、上記第2工程が、上記配向制御層同士を上記接着層を介して接着することにより上記一対の基板を貼り合わせる方法である。

【0140】これにより、接着層を介して配向制御層同士を接着するので、配向制御層を軟化させる必要がない。しかも、請求項13の製造方法と同様、スペーサを硬化させた状態で配向制御層を接着することができる。したがって、請求項10の製造方法が奏する効果に加え、製造工程において、液晶の配向、セルギャップの均一性および耐衝撃性を良好に維持することができるという効果を奏する。

【0141】本発明の請求項15に記載の液晶表示素子の製造方法は、請求項10に記載の製造方法において、上記第1工程が、上記基板を覆うように配向制御層を形成する工程を含み、その配向制御層上に上記スペーサを形成し、上記第2工程が、上記スペーサの頂部を対向する配向制御層に接着することにより上記一対の基板を貼り合わせる方法である。これにより、スペーサが配向制御層に接着されるので、可溶性ポリイミドで形成された配向制御層同士の接着に比べて、接着強度を高めることができる。したがって、請求項10の製造方法が奏する効果に加え、配向制御層を形成する材料によらず、セルギャップの均一化および耐衝撃性を高度に維持することができるという効果を奏する。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態に係る液晶セルの概略構成およびその液晶セルにおける液晶の注入の様子を示す平面図である。

【図2】本発明の実施の一形態に係る他の液晶セルの構成を示す平面図である。

【図3】三方をスペーサで囲んだ液晶セルの構成を示す平面図である。

【図4】長いスペーサを有する液晶セルの構成を示す平面図である。

【図5】画素領域以外にスペーサが設けられた液晶セルの構成を示す平面図である。

【図6】本発明の実施の一形態に係る第1の液晶セルの詳細な構造を示す断面図である。

【図7】第1の液晶セルの作製における各工程を示す断面図である。

【図8】本発明の実施の一形態に係る第2の液晶セルの詳細な構造を示す断面図である。

【図9】本発明の実施の一形態に係る第3の液晶セルの詳細な構造を示す断面図である。

【図10】比較例に係る液晶セルにおける液晶注入後の様子を示す平面図である。

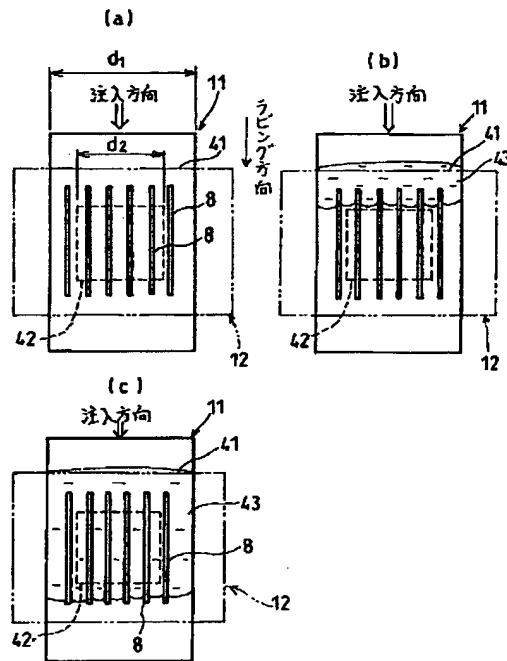
【図11】従来の液晶セルの詳細な構造を示す断面図である。

【図12】従来の液晶セルにおける液晶の注入の様子を示す平面図である。

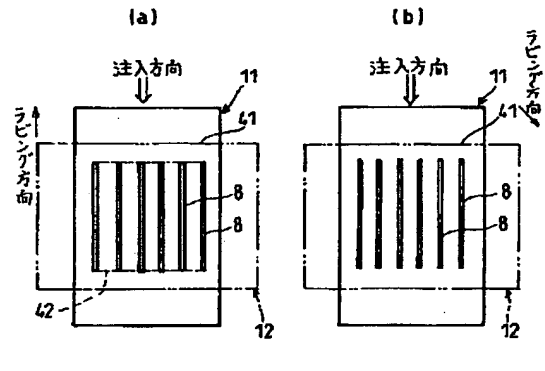
## 【符号の説明】

10	1・2	基板
	3・4	電極
	8	スペーサ
	9・10・32	配向膜（配向制御層）
	13	液晶層
	22	接着層
	41	注入口
	42	表示領域
	43	液晶

【図1】

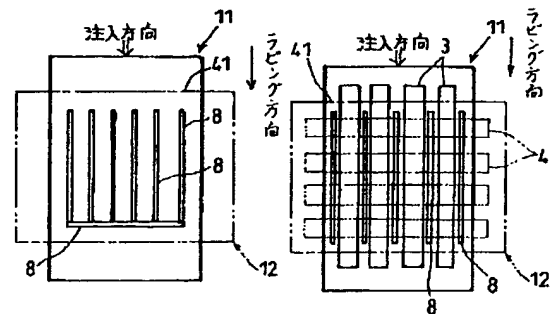


【図2】

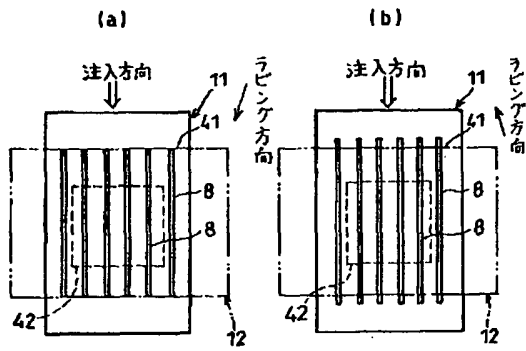


【図3】

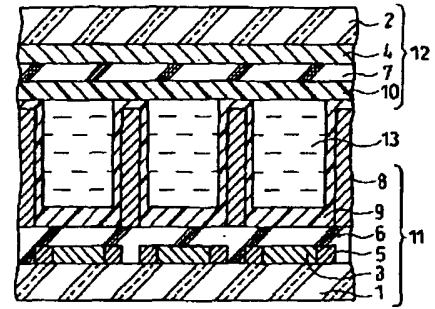
【図5】



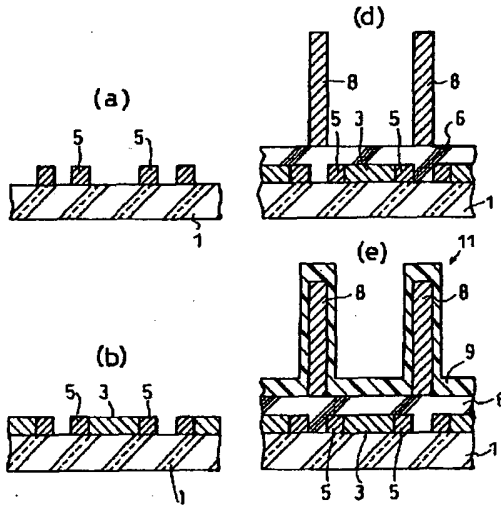
【図 4】



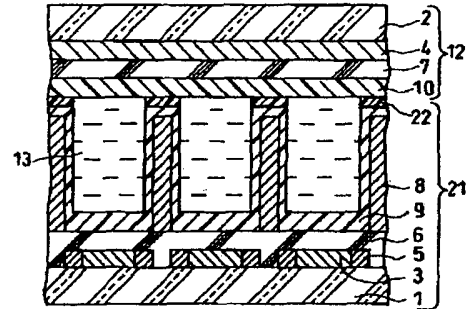
【図 6】



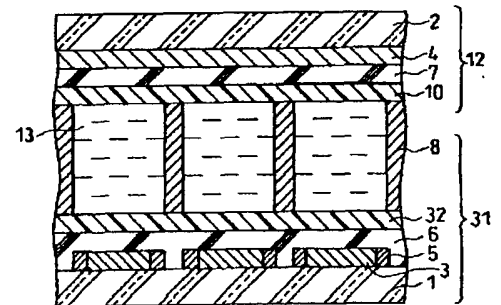
【図 7】



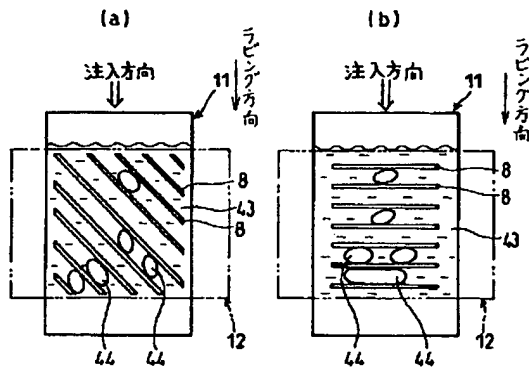
【図 8】



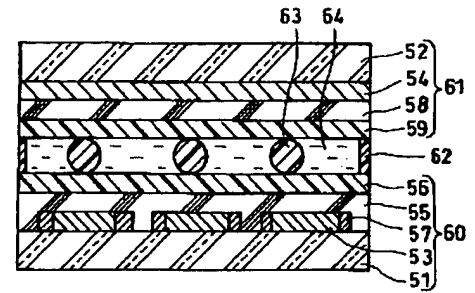
【図 9】



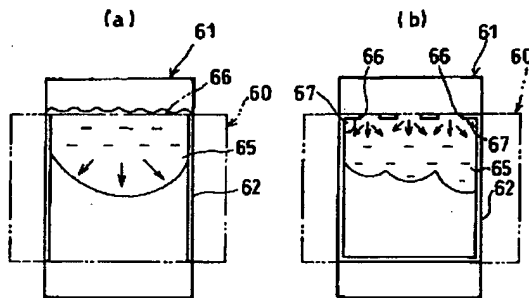
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(71)出願人 390040604

イギリス国

THE SECRETARY OF STATE FOR DEFENCE IN HER BRITANNIC MAJESTY'S GOVERNMENT OF THE UNITED KINGDOM OF GREAT BRITAIN AND NORTHERN IRELAND  
イギリス国 ハンプシャー ジーユー14  
0エルエックス ファーンボロー アイヴ  
エリー ロード (番地なし) ディフェン  
ス エヴァリュエーション アンド リサ  
ーチ エージェンシー

(72)発明者 玉井 和彦

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(72)発明者 内田 秀樹

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(72)発明者 繁田 光浩

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(72)発明者 実吉 秀治

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内